



**Universidad
Zaragoza**

Proyecto Fin de Carrera

Prensa oleohidráulica para estampación de chapa.

Autor:

Alberto Torné Pellicer

Director:

Antonio Serrano Nicolás.

Facultad / Escuela:

Escuela de Ingeniería y Arquitectura.

Especialidad:

Ingeniería Técnica Industrial Mecánica

Convocatoria / Año:

Junio / 2012

ÍNDICE

1.) Objeto y resumen del proyecto.	1
1.1) Objeto del proyecto.	2
1.2) Resumen del proyecto.	2
2.) Prensa oleohidráulica.	3
2.1) Introducción.	4
2.2) Características técnicas de la prensa.	4
2.3) Descripción general de la prensa.	5
2.4) El punzón de la prensa.	7
2.5) La matriz y el portamatrices.	9
2.6) Unión de los cilindros a la prensa.	11
2.7) Otras uniones existentes en la prensa.	14
2.8) Descripción del proceso de estampado.	16
3.) Circuito oleohidráulico.	17
3.1) Introducción.	18
3.2) Circuito oleohidráulico.	18
3.3) Circuito eléctrico asociado.	19
3.4) Panel de control de la prensa.	19
3.5) Descripción de los elementos del circuito oleohidráulico.	21
3.6) Descripción de los elementos del circuito eléctrico.	28
3.7) Descripción del funcionamiento de la prensa.	32
3.7.1) Puesta en marcha y paro de la prensa.	32
3.7.2) Reseteo y desbloqueo de los cilindros.	32
3.7.3) Accionamiento de los cilindros A y B.	33
3.7.4) Control de la velocidad del vástago del cilindro A.	34
3.7.5) Situaciones de emergencia.	34
3.8) Elección de los cilindros oleohidráulicos.	36
3.8.1) Cilindro de estampación A.	36
3.8.2) Cilindro de extracción B.	39

3.9) Cálculo de las velocidades de avance y retroceso.	42
3.8.1) Cilindro de estampación A.	42
3.8.2) Cilindro de extracción B.	48
3.10) Cálculo del tiempo de fabricación de una pieza.	49
4.) Pieza estampada en la prensa.	50
4.1) Introducción.	51
4.2) Descripción de la pieza obtenida en la prensa.	51
4.3) Desarrollo geométrico de la pieza estampada.	53
5.) Normativa Europea.	55
5.1) Introducción.	56
5.2) Directiva Europea 98/37/CE.	57
6.) Bibliografía del proyecto.	58
6.1) Bibliografía del proyecto.	59
7) Firma y fecha del autor.	60
7.1) Firma y fecha del autor.	61

1. Objeto y resumen del proyecto.

1.1) OBJETO DEL PROYECTO:

El objeto del presente proyecto es realizar un estudio técnico sobre la construcción de una prensa oleohidráulica para estampación de chapa. El proyecto basa su contenido en las soluciones constructivas propuestas para el diseño de la máquina, en el análisis del circuito oleohidráulico y sus componentes que forman parte de la prensa y en el estudio de la pieza estampada que se obtiene a partir de una chapa de acero.

1.2) RESUMEN DEL PROYECTO:

El proyecto que se desarrolla a partir de este punto sigue el siguiente esquema:

En primer lugar, se realiza una descripción de las características técnicas y constructivas de la prensa y de los elementos que la constituyen.

A continuación, se procede al análisis y diseño del circuito oleohidráulico y eléctrico asociado de la máquina. Además, se describe los elementos que integran ambos circuitos así como se realiza la elección de los cilindros de acuerdo a los requisitos exigidos y se estudia las velocidades de desplazamiento de los vástagos de los cilindros en los movimientos de avance y retroceso.

Posteriormente, se desarrolla un breve análisis sobre las características de la pieza obtenida en el proceso de estampación. Tras este apartado, se lleva a cabo una mención sobre la Normativa Europea que rige el sector de las máquinas industriales. Finalmente, para cerrar el proyecto se menciona la bibliografía consultada para la elaboración del mismo.

2. Prensa oleohidráulica.

2.1) INTRODUCCIÓN:

En el presente capítulo se va a proceder a realizar un análisis descriptivo de las soluciones constructivas propuestas para el diseño de la prensa oleohidráulica y la unión de los diferentes elementos que la componen. Para ello, se ha incluido en los diversos apartados del capítulo imágenes de la prensa obtenidas a partir de un modelado 3D, además de imágenes obtenidas mediante programas de diseño gráfico.

2.2) CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA PRENSA:

Antes de iniciar el diseño constructivo de la máquina es necesario conocer cuales son los requisitos técnicos que debe cumplir dicha máquina.

La prensa oleohidráulica que centra el estudio de este proyecto permite obtener a partir de una chapa de acero, una pieza con una forma predeterminada mediante un proceso de estampado. Para ello, está equipada con dos cilindros oleohidráulicos:

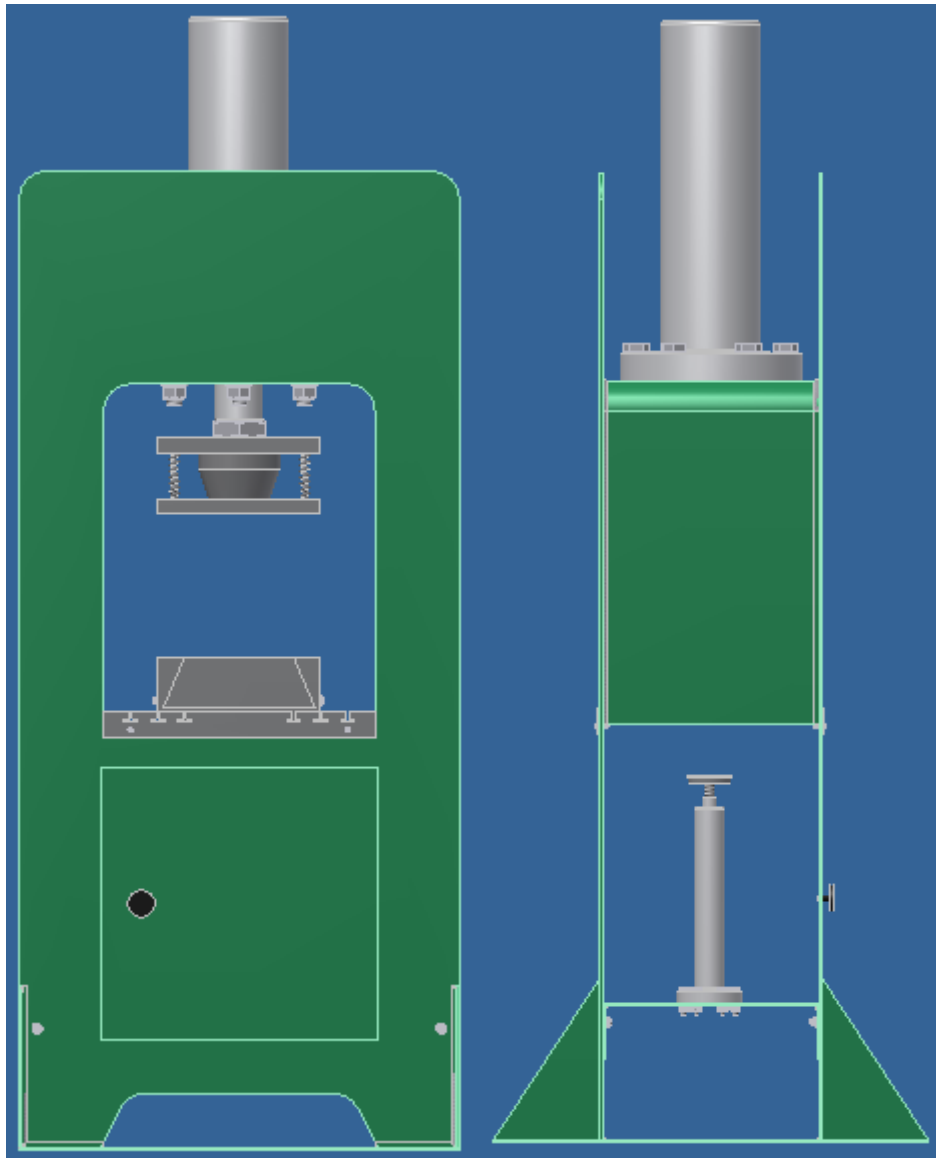
El cilindro de estampación se encarga de proporcionar la fuerza necesaria para estampar la chapa de acero obteniendo la pieza deseada. La fuerza máxima que es capaz de ejercer es de 40 Tn. Por otra parte, el cilindro de extracción permite obtener la pieza estampada que debido a las altas temperaturas que se generan en el proceso de deformación queda adherida a la matriz. Ambos cilindros son accionados por el operario que controla la máquina.

Además, el proceso de estampación se realiza a dos velocidades distintas: una velocidad de aproximación a la matriz y una velocidad de trabajo, durante la cual se realiza el estampado, menor que la anterior.

En cuanto a las dimensiones geométricas de la prensa, la altura aproximada es de 1800 mm mientras que la base en la que se apoya el conjunto es de unos 810 mm de largo por 800 mm de ancho.

2.3) DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PRENSA:

En la siguiente imagen se muestra a la prensa vista frontalmente y de perfil:



La prensa se constituye de las siguientes partes:

El cuerpo o esqueleto de la prensa está formado por chapas de acero de 5 mm de espesor que se unen mediante soldadura. En ellas se fijan los elementos que intervienen en el proceso de estampado como son los cilindros, el punzón, la mesa de trabajo, la matriz y el portamatrices, además de microrruptores eléctricos y sensores fotoeléctricos que intervienen en el circuito eléctrico asociado al circuito oleohidráulico.

El cuerpo de la prensa está diseñado para resistir los esfuerzos que se realizan durante el funcionamiento de la máquina y para garantizar la estabilidad del conjunto.

Con este diseño se consigue que el peso de la máquina sea menor posible, lo cual facilita su transporte y supone un ahorro económico en el coste de fabricación.

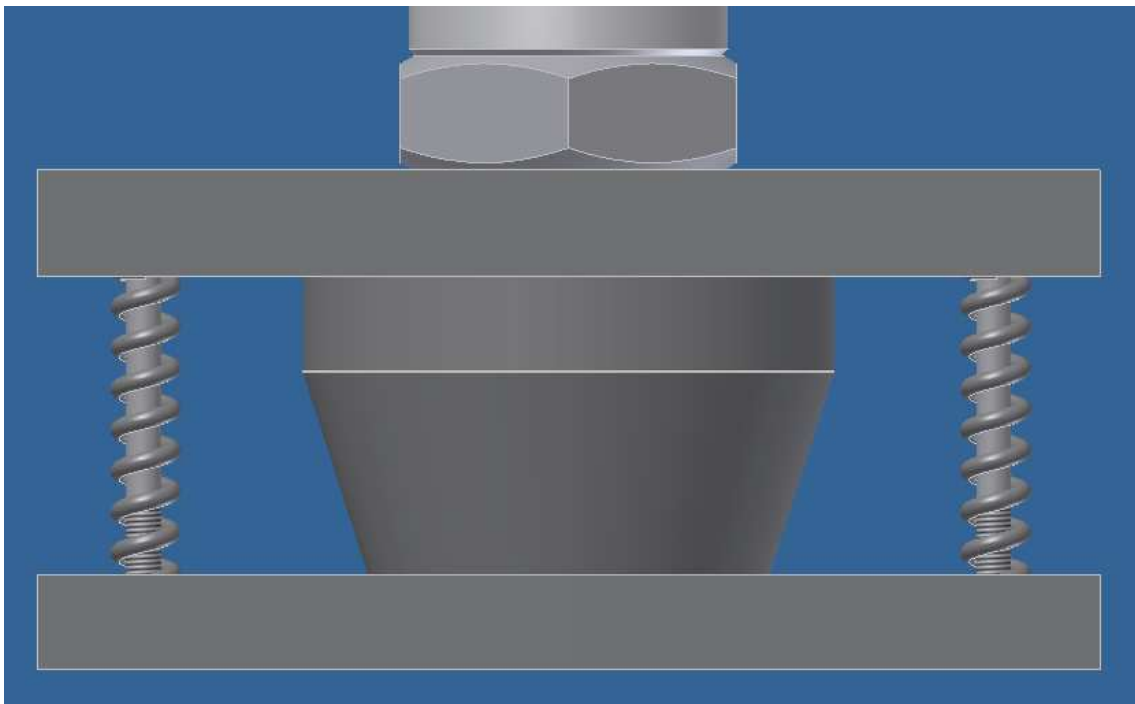
En la parte central de la prensa es donde se realiza el proceso de estampación. En la mesa de trabajo se encuentran el portamatrices y la matriz sobre los cuales se coloca la chapa que se quiere estampar. En la parte superior se encuentra el cilindro oleohidráulico que realiza el trabajo, está fijado al cuerpo de la prensa mediante tornillos. Unido al vástago del cilindro mediante roscado se encuentra el conjunto mecánico donde se ubica el punzón que da forma a la chapa estampada. En la parte inferior frontal se encuentra una puerta que permite acceder a la zona donde se encuentra el cilindro de extracción de la pieza. Este cilindro se encuentra fijado mediante tornillos en una chapa horizontal que a su vez se encuentra unida al cuerpo de la prensa también mediante atornillamiento. En los apartados siguientes de este capítulo se describirán cada uno de estos elementos detalladamente.



2.4) EL PUNZÓN DE LA PRENSA:

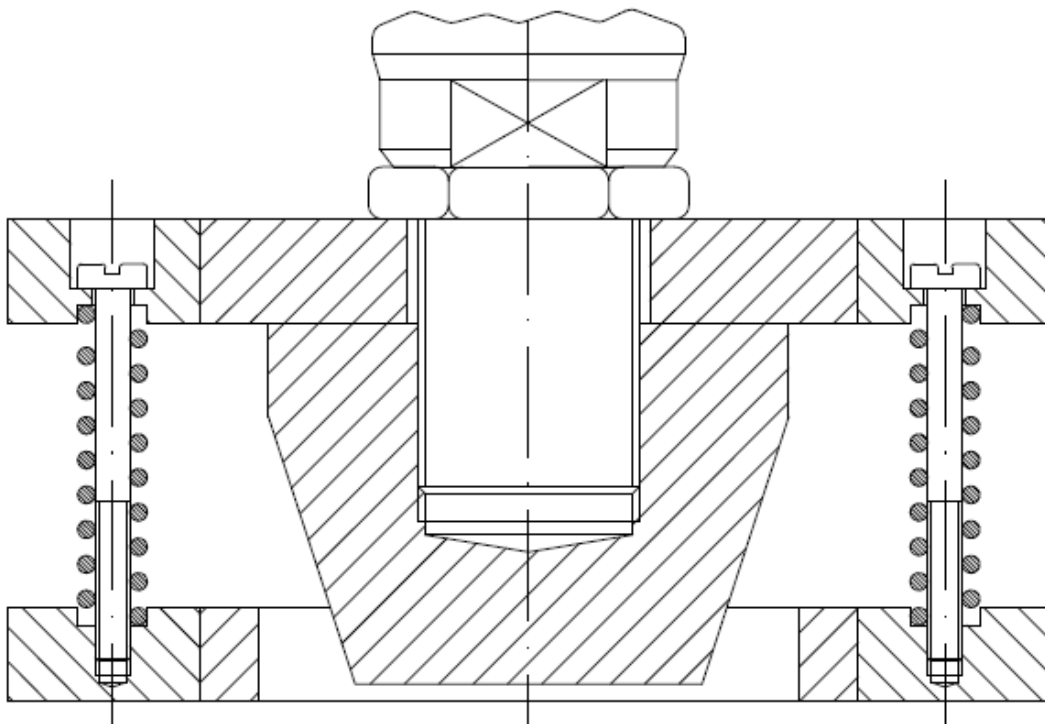
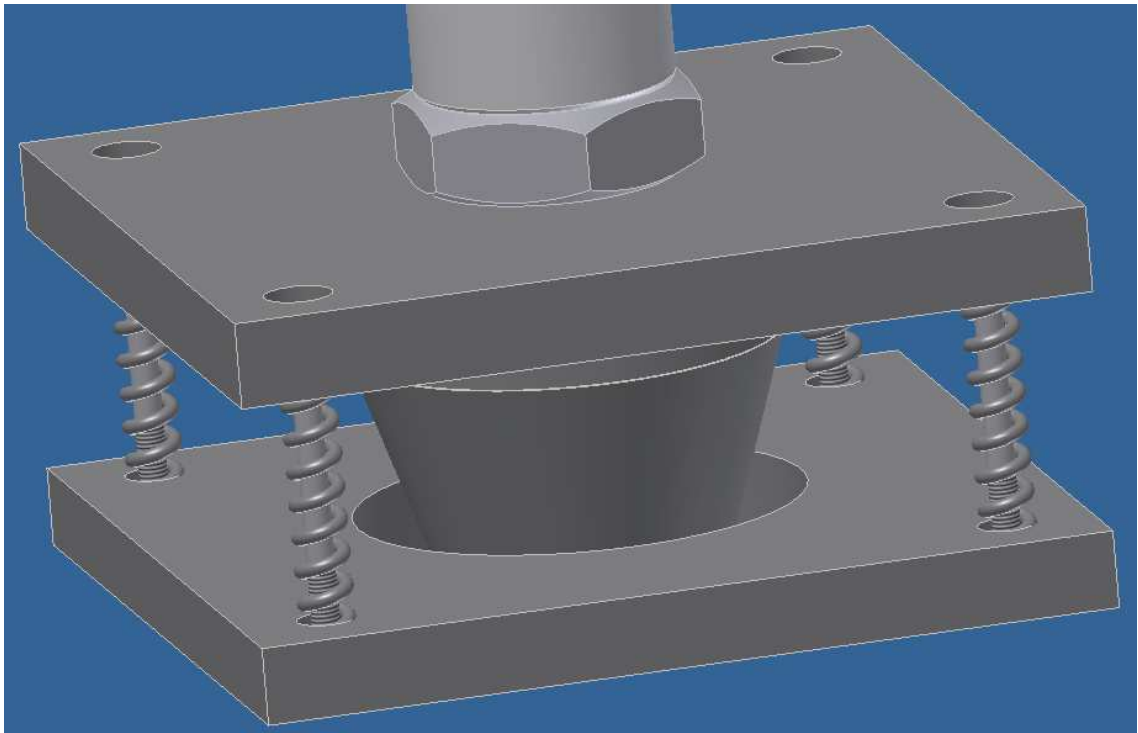
El punzón se ubica dentro de un conjunto mecánico cuyo movimiento es responsabilidad del vástago del cilindro de estampación al que está unido.

La función del punzón es dar la forma predeterminada a la chapa mediante la fuerza que le proporciona el cilindro durante el movimiento de avance. Además, para facilitar el proceso de estampado, el punzón forma parte de un conjunto mecánico que realiza la función de pisador al inmovilizar la chapa segundos antes que el punzón entre en contacto con ella. El pisador ejecuta su tarea durante el proceso de estampado hasta que el punzón inicia el movimiento de retroceso. Con este diseño se consigue que la chapa esté fija durante el proceso de trabajo evitando así posibles complicaciones que dieran lugar a la fabricación de piezas defectuosas.



El conjunto mecánico se compone de tres piezas fundamentales: el punzón, la parte superior del pisador y la parte inferior del mismo. El punzón está unido al vástago del cilindro mediante roscado, además a su vez fija la parte superior del pisador a dicho vástago. La unión entre las dos piezas que conforman el pisador se realiza mediante cuatro tornillos, cuya longitud es mucho mayor que el espesor de ambas piezas, alrededor de los cuales se ha fijado un muelle.

El funcionamiento del conjunto es el siguiente: en el momento en el que la parte inferior del pisador contacta con la chapa, la inmoviliza mediante presión. Mientras, la parte superior y el punzón prosiguen el movimiento de avance y realizan el trabajo de estampado. La función de los muelles es amortiguar el movimiento de la parte superior frente a la inferior para evitar un choque brusco entre ambas piezas al final de la carrera de avance que podría dañar el conjunto.

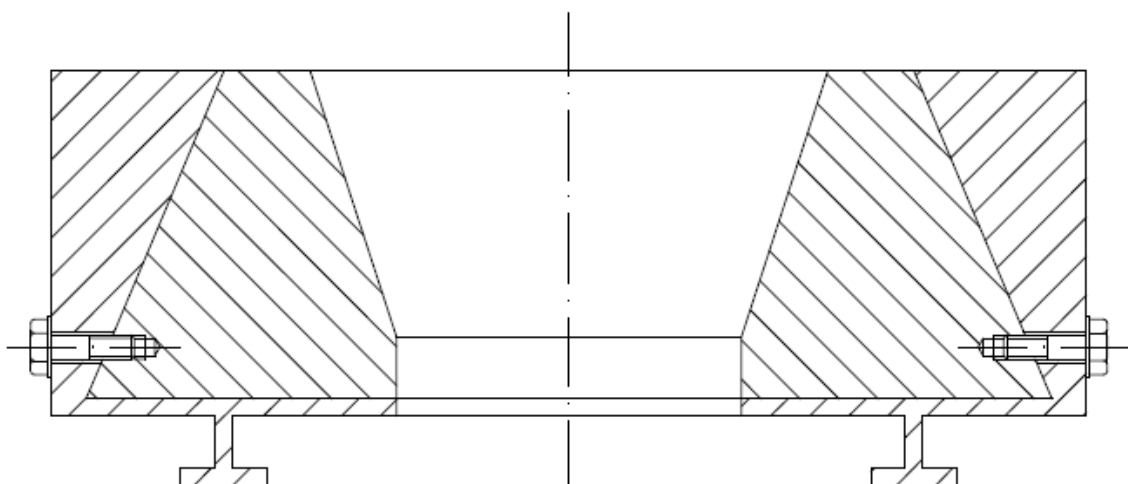
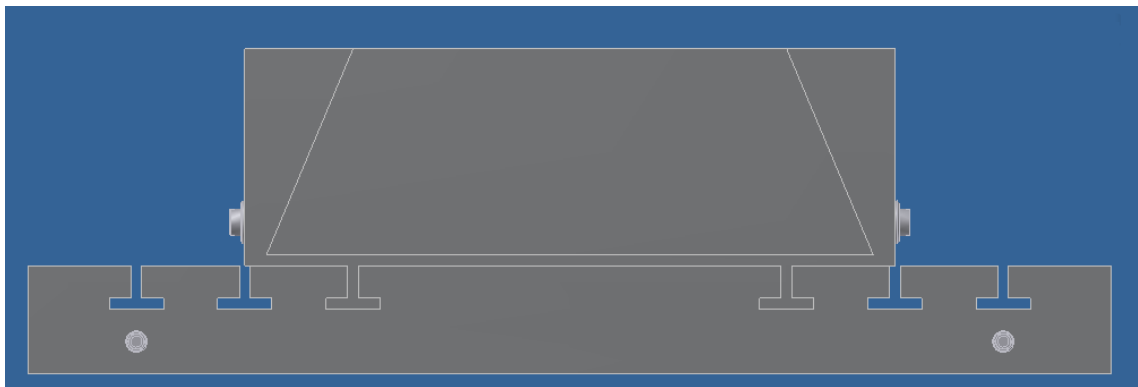


2.5) LA MATRIZ Y EL PORTAMATRICES:

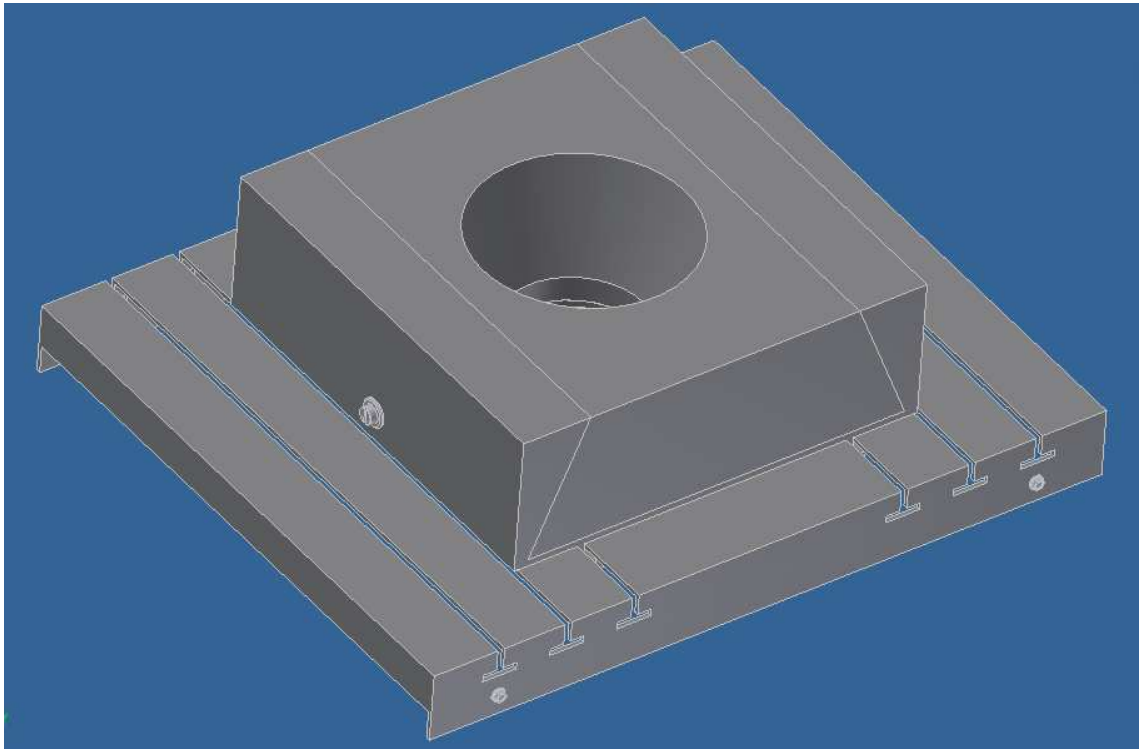
La matriz y el portamatrices en el que va fijada son los elementos que permiten junto al punzón dar la forma deseada a la chapa.

El portamatrices se une a la mesa de trabajo mediante las ranuras en forma de T que posee dicha mesa. Además, en la mesa se encuentran una serie de marcas geométricas que permiten fijar el portamatrices longitudinalmente en el lugar correcto para que el proceso de estampado se realice de forma correcta y no se produzcan piezas defectuosas.

La matriz por su parte se une al portamatrices mediante una unión en forma de cola de milano y se fija longitudinalmente mediante dos tornillos laterales. Encima de la matriz se coloca la chapa que será estampada. Para que el proceso se realice correctamente, la matriz lleva grabadas una serie de indicaciones geométricas que indican al operario donde debe colocar la chapa.



Tanto la mesa de trabajo como el portamatrices y la matriz poseen un agujero en la zona central del mismo diámetro a través del cual actúa el cilindro expulsor para extraer la pieza. Debido a las altas temperaturas que se generan en el proceso de trabajo, la pieza puede quedar adherida a la matriz lo que dificulta su extracción manual. Por ello, la prensa está equipada con un cilindro que realiza dicha tarea.



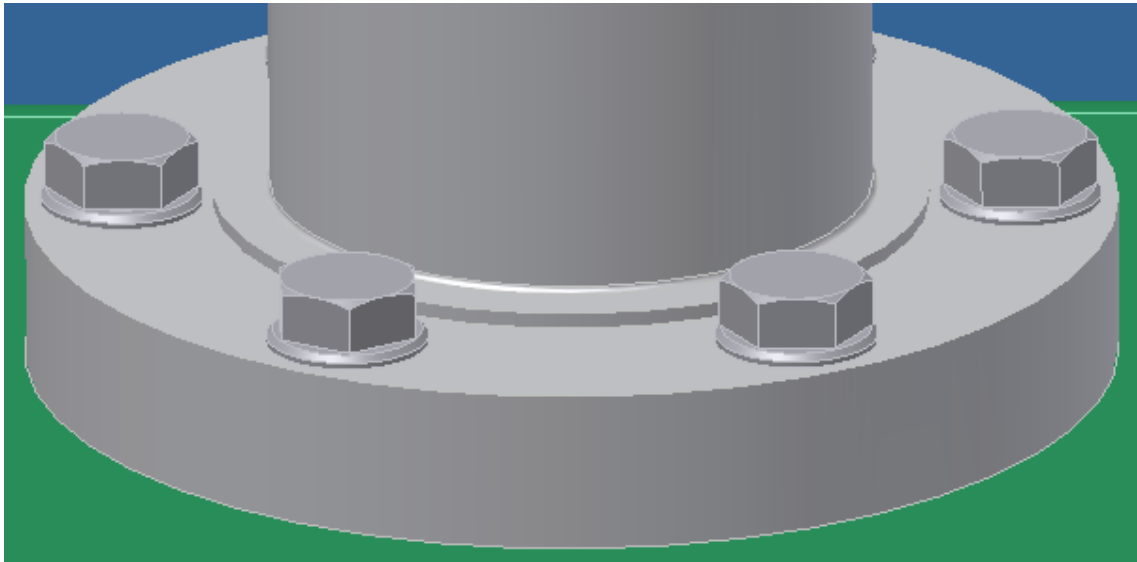
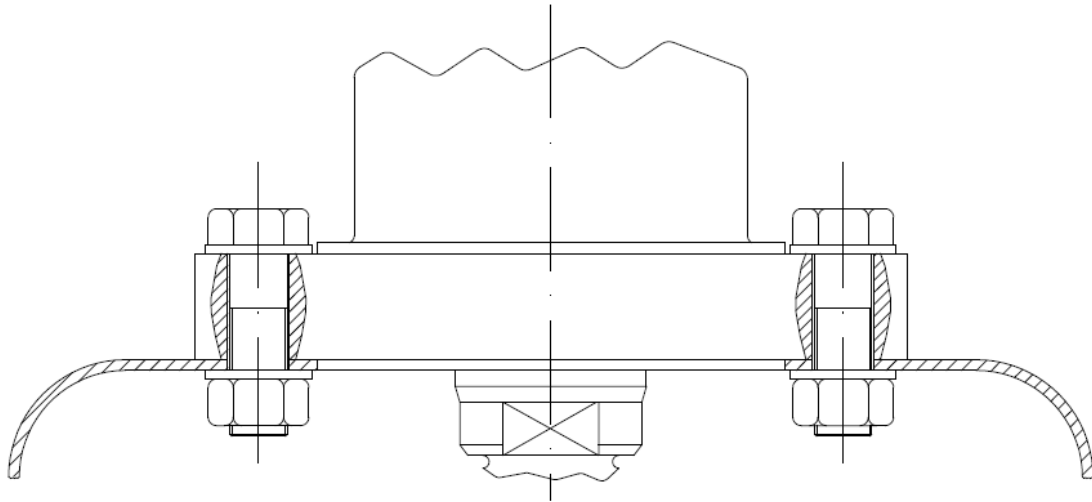
En el hipotético caso que la matriz sufriese algún desperfecto durante el funcionamiento de la prensa que obligase a sustituirla, únicamente sería necesario desenroscar los tornillos que la unen al portamatrices para poder extraerla longitudinalmente. No existiría la necesidad de desmontar el portamatrices de la mesa de trabajo.

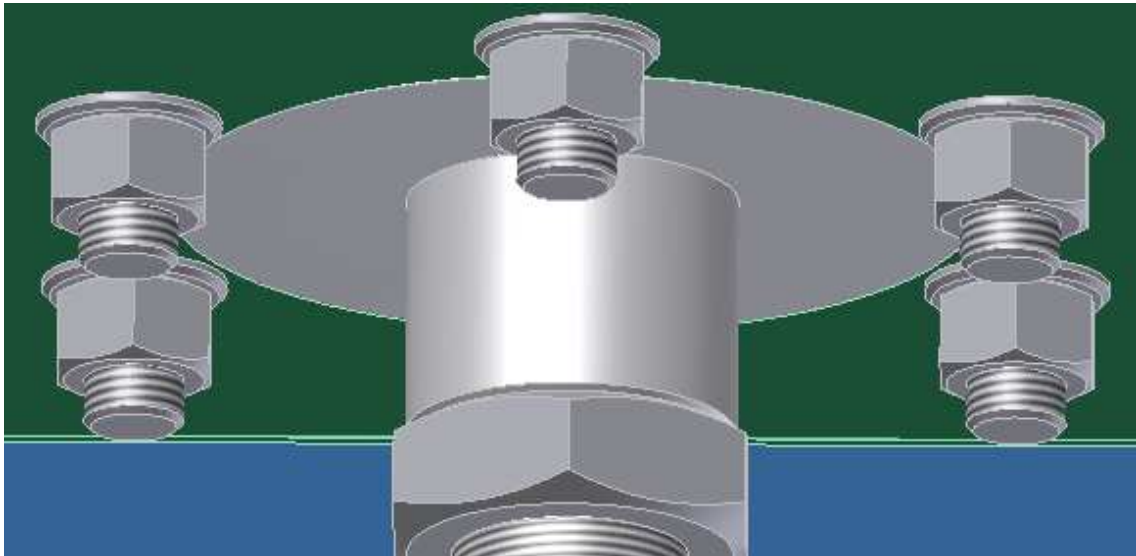
La mesa de trabajo a su vez se fija al cuerpo de la prensa mediante cuatro tornillos ubicados en sus laterales.

2.6) UNIÓN DE LOS CILINDROS A LA PRENSA:

El cilindro A es el encargado de proporcionar la fuerza para realizar el trabajo de estampado. Se coloca en la parte superior de la máquina. Está dotado de una brida delantera en la cual existen seis orificios a través de los cuales se fija el cilindro.

Se realiza un agujero central en la chapa en el cual se acomoda el cilindro y seis agujeros iguales que los que posee la brida del cilindro. Se coloca el cilindro de forma que los agujeros sean coincidentes y se colocan seis tornillos con sus respectivas tuercas que fijan el cilindro a la prensa.

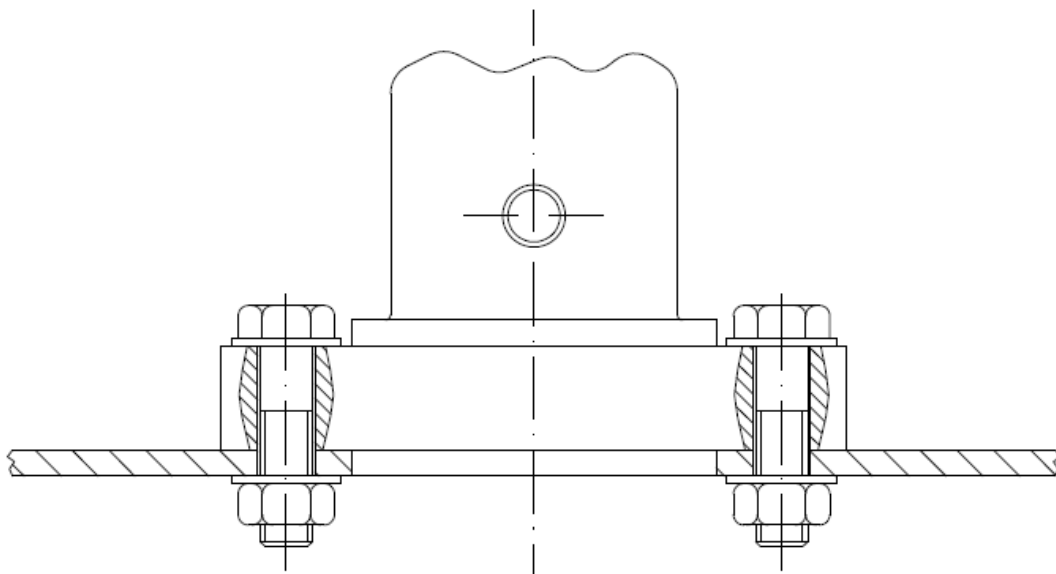


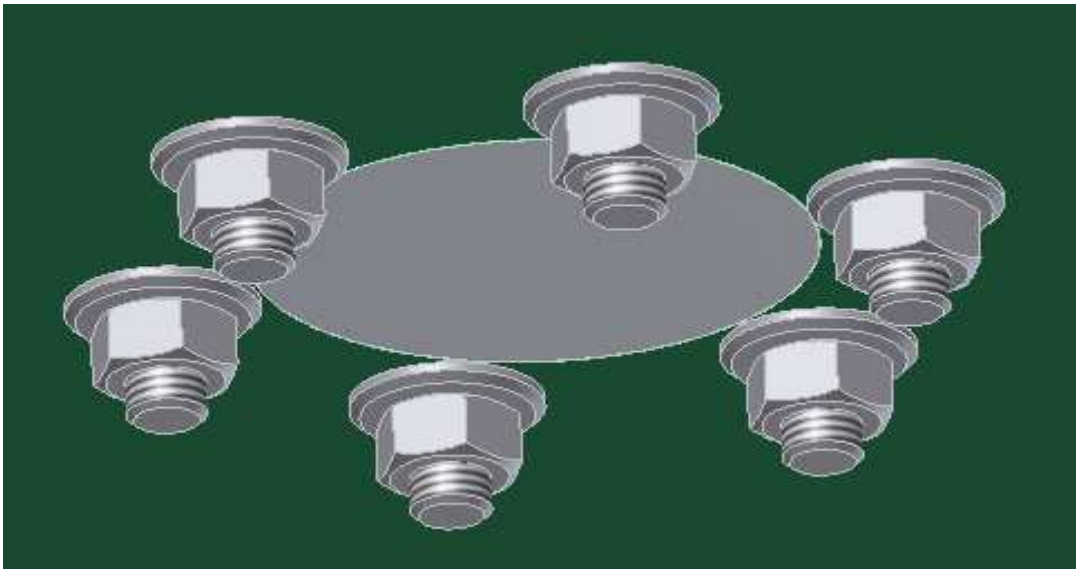
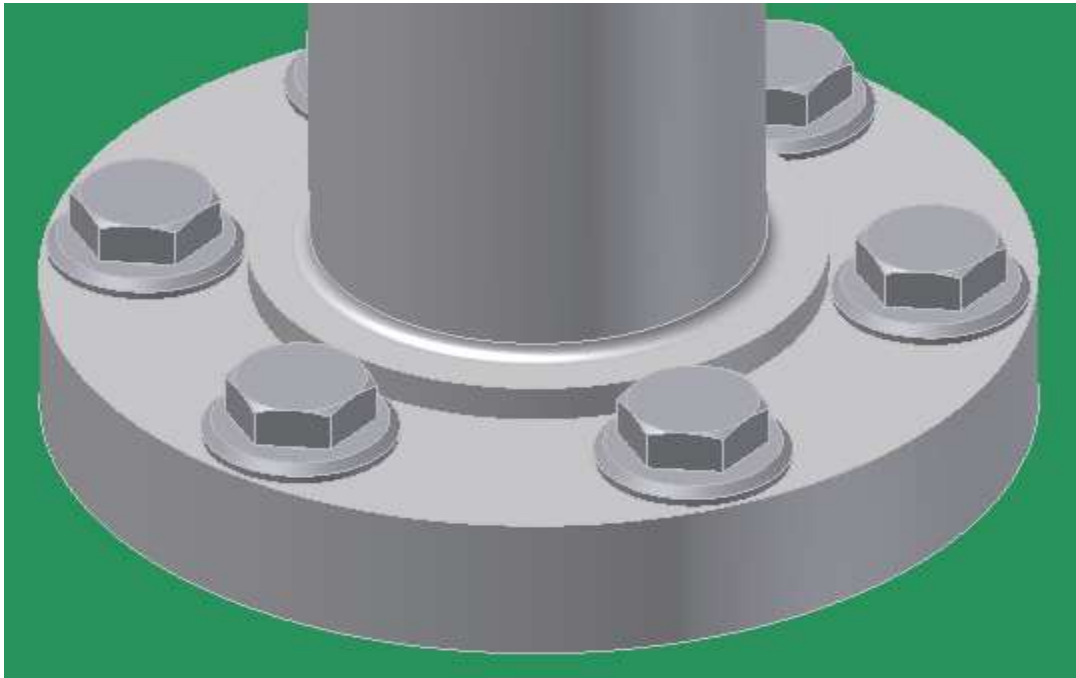


Es sumamente importante que el cilindro esté correctamente fijado a la prensa tanto por motivos de seguridad como para garantizar un correcto funcionamiento de la máquina.

En las revisiones periódicas de mantenimiento, el análisis del estado de las fijaciones de los cilindros debe ser de obligado cumplimiento.

El cilindro B es el encargado de proporcionar la fuerza para extraer la pieza estampada. Se coloca en la parte inferior de la máquina. A diferencia del cilindro A se fija mediante una brida trasera si bien la forma de unión es la misma. En la chapa en la cual se coloca el cilindro se realiza un agujero central en el cual se acomoda el cilindro y seis agujero exactamente iguales que los de la brida del cilindro. Se hacen coincidir los agujeros de brida y chapa y se colocan seis tornillos con sus respectivas tuercas fijando así el cilindro a la prensa.



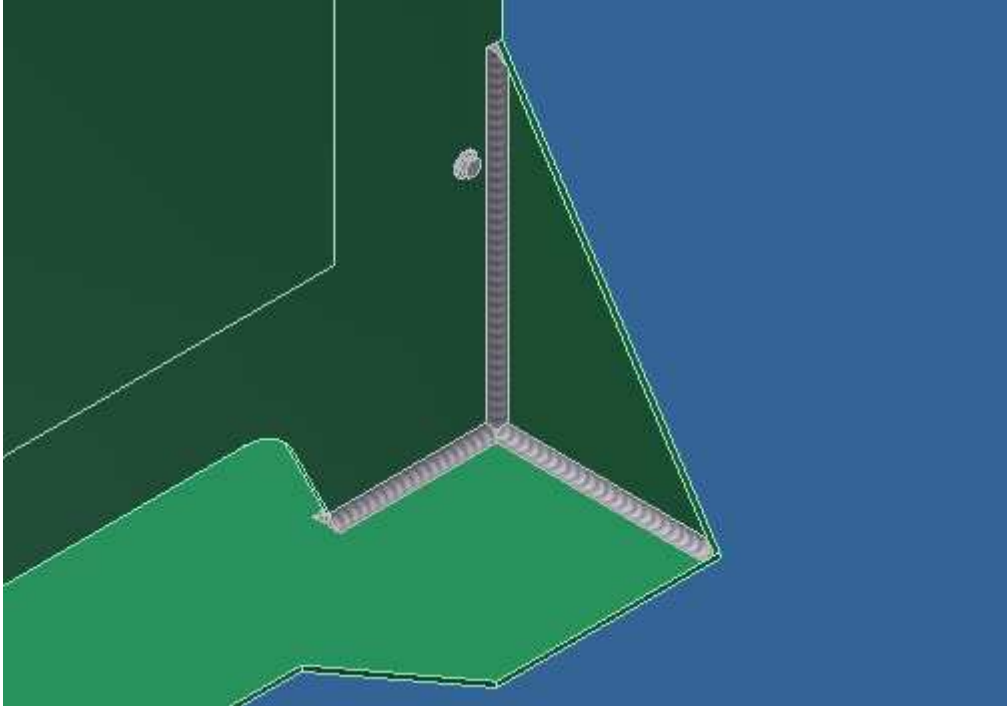


Al igual que en el caso anterior es de suma importancia que el cilindro esté correctamente fijado a la chapa y que la unión sea revisada durante las operaciones de mantenimiento periódicas.

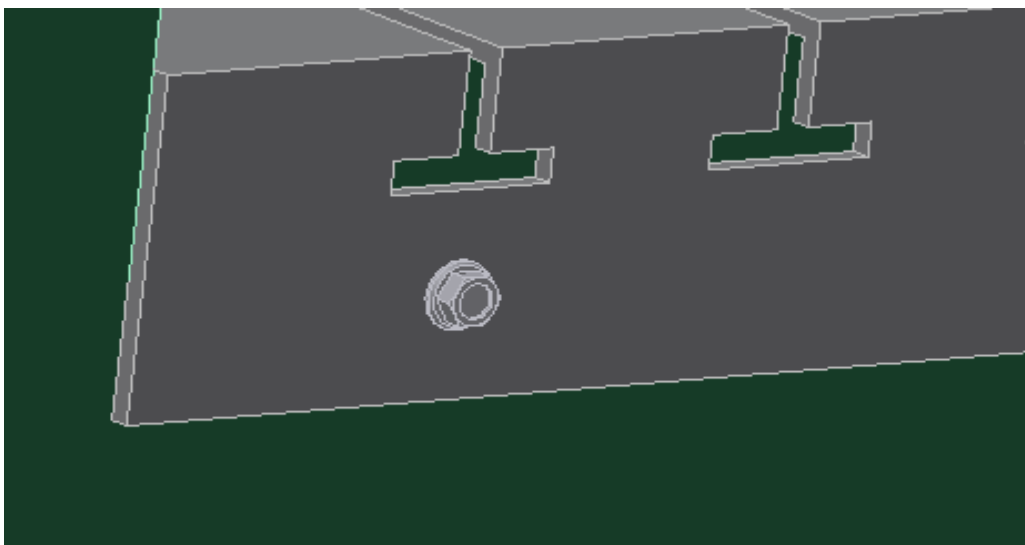
2.7) OTRAS UNIONES EXISTENTES EN LA PRENSA:

Además de los elementos mencionados anteriormente, en la prensa existen otro tipo de uniones:

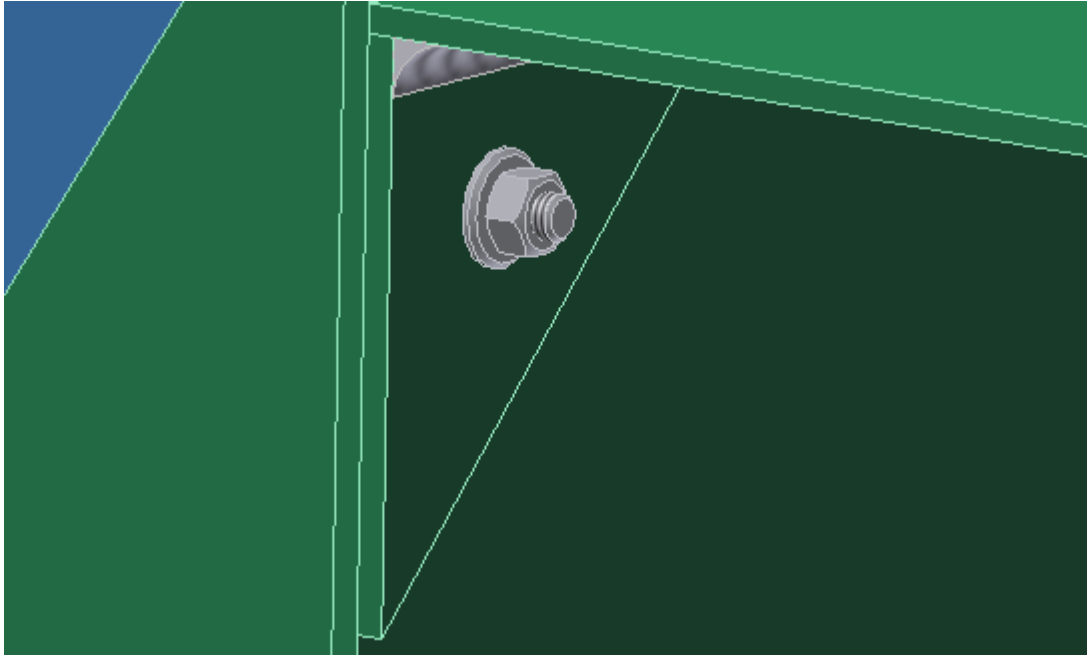
Las chapas que conforman el esqueleto de la prensa se unen mediante cordones de soldadura.



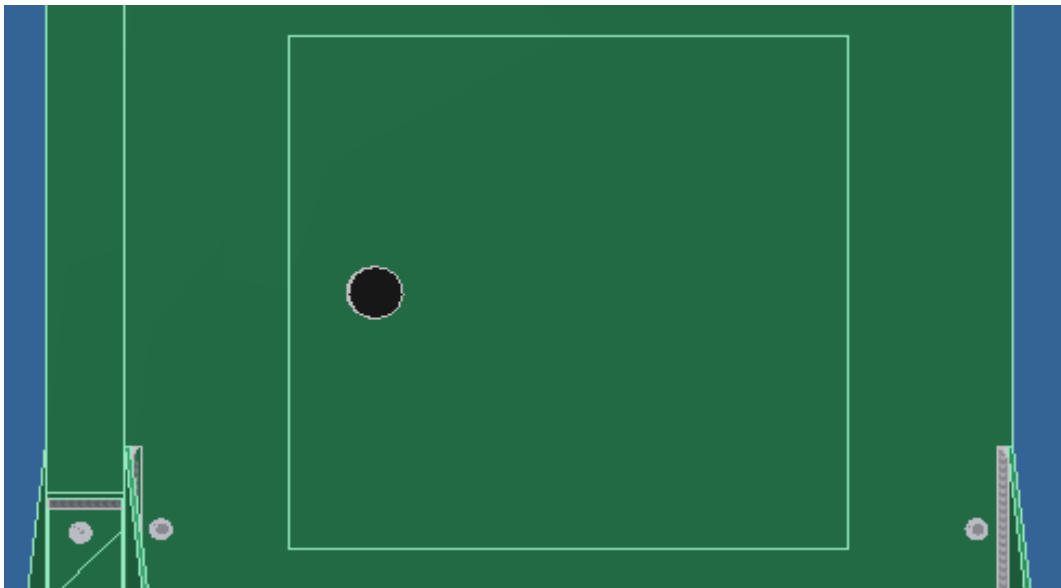
La mesa de trabajo donde se fija el portamatrices está unida al cuerpo de la prensa mediante cuatro tornillos.



La chapa horizontal en la cual se coloca el cilindro de extracción está fijada al cuerpo de la prensa como en el caso anterior mediante cuatro tornillos.

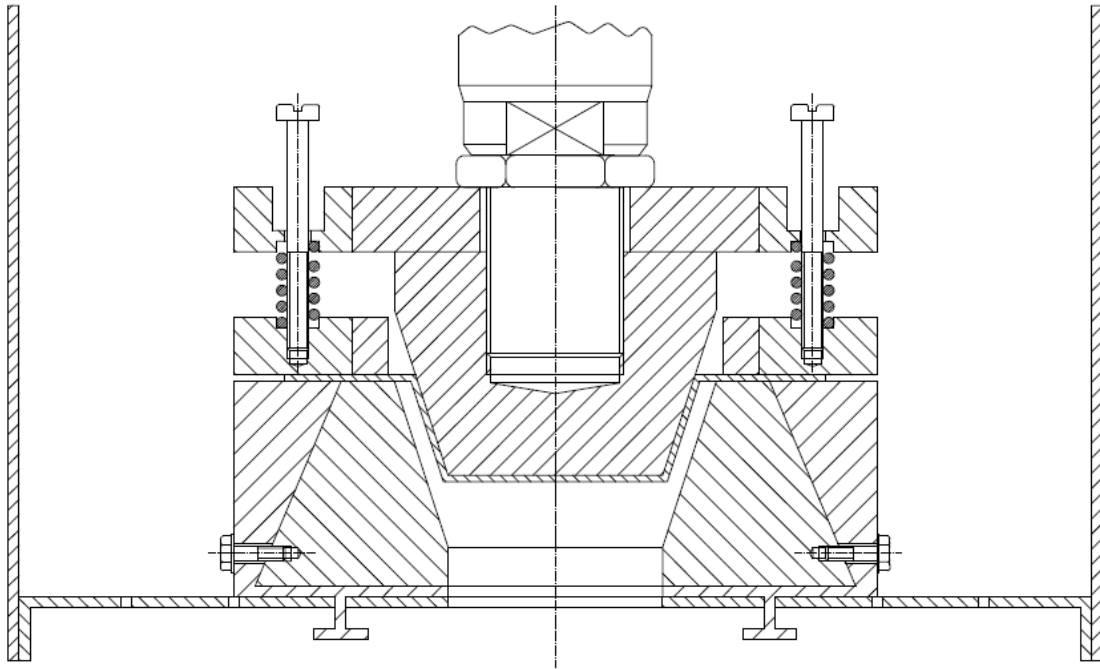


Para facilitar el montaje del cilindro de extracción, en la parte inferior frontal de la prensa existe una puerta que facilita el acceso a la zona donde se fija el cilindro.



2.8) DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ESTAMPADO:

En la siguiente imagen se muestra como se lleva a cabo el proceso de estampación de la chapa:



Mientras el pisador fija la chapa contra la matriz, la parte superior del conjunto se desplaza junto al punzón gracias al movimiento de avance del vástago del cilindro realizando el trabajo de estampación. Los muelles que rodean a los cuatro tornillos amortiguan el movimiento para evitar un choque brusco entre la parte superior e inferior del conjunto en el que se ubica el punzón.

Una vez estampada la chapa, el vástago inicia el movimiento de retroceso hasta alcanzar su posición inicial. Para obtener la pieza estampada se utiliza el cilindro de extracción.

3. Circuito oleohidráulico.

3.1) INTRODUCCIÓN:

El capítulo que se desarrolla a continuación trata sobre el circuito oleohidráulico que permite controlar el funcionamiento de la prensa. En los diferentes apartados del capítulo se va a proceder al análisis del funcionamiento de los circuitos oleohidráulico y eléctrico asociado, a la descripción del panel de control que permite el gobierno de la máquina y de los elementos que componen dichos circuitos. Además, se realiza la elección de los cilindros de acuerdo a los requisitos exigidos y se calcula las velocidades de avance y retroceso de los vástagos. Por último, se calcula el tiempo de fabricación de una pieza.

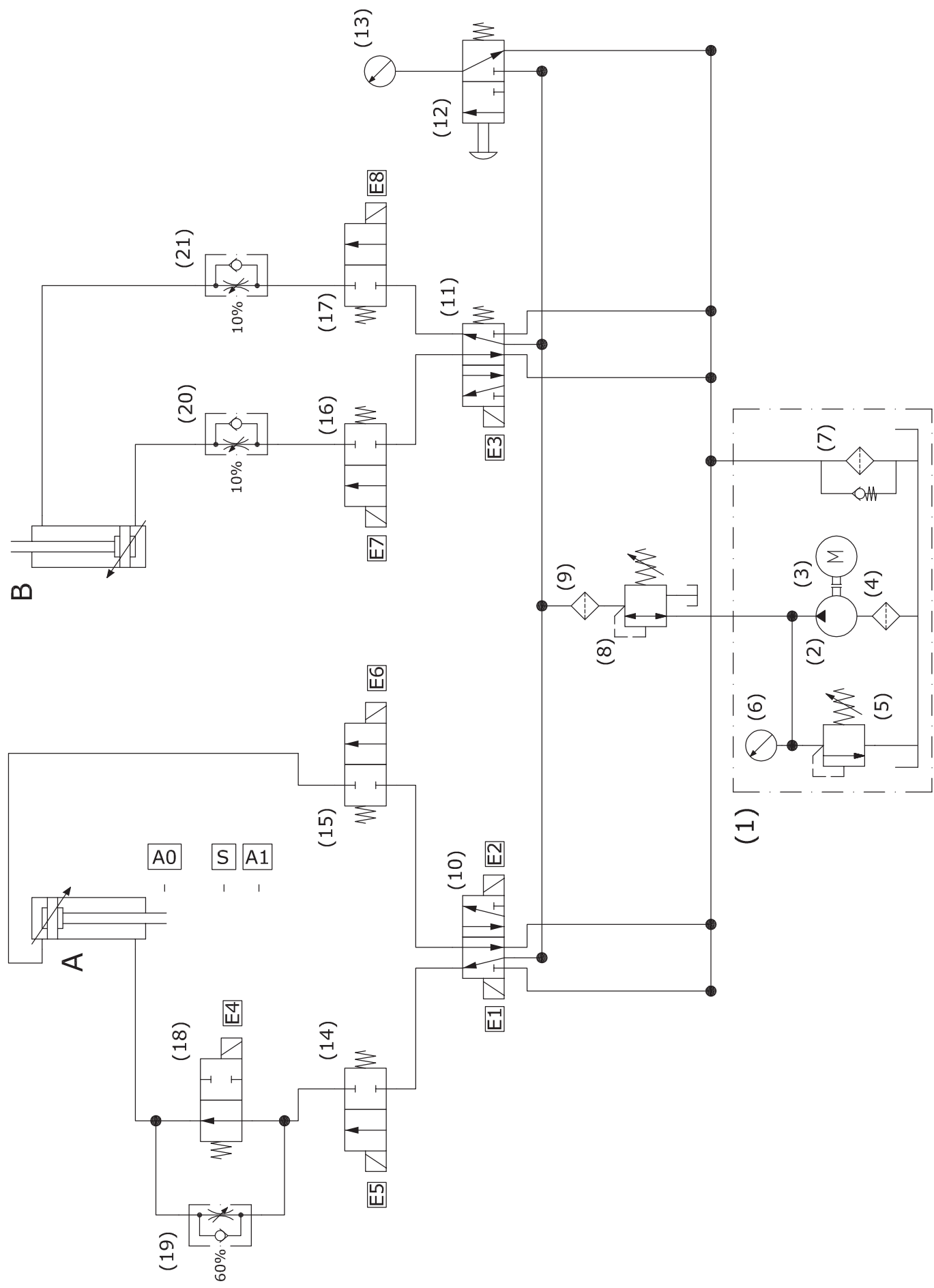
3.2) CIRCUITO OLEOHIDRÁULICO:

En la siguiente página puede observarse el circuito oleohidráulico diseñado para controlar el funcionamiento de la prensa. El objetivo del diseño de este circuito es gobernar el movimiento de los cilindros de acuerdo a las necesidades de la prensa. De este modo, el circuito permite que el cilindro de estampación regrese a su posición inicial tras realizar el trabajo sobre la pieza de forma automática y que el cilindro de extracción solo pueda accionarse cuando el cilindro de estampación está en su posición inicial. Además, el circuito también permite el bloqueo de los cilindros en situaciones determinadas. El funcionamiento del circuito es descrito con detalle en los siguiente apartados del capítulo.

Los elementos del circuito se encuentran numerados puesto que en apartados posteriores se procederá a la descripción de cada uno de ellos. A los cilindros se les ha asignado una letra para designarlos, el cilindro de estampación es el cilindro A y el cilindro de extracción es el cilindro B. Esta denominación se mantiene a lo largo del capítulo.

Las válvulas de regulación de caudal unidireccional (19), (20) y (21) poseen una indicación numérica en forma de porcentaje que indica cual es el grado de apertura de la válvula. La válvula (19) posee una apertura del 60 % respecto al caudal nominal y las válvulas (20) y (21) poseen un apertura del 10%.

Por su parte, las electroválvulas existentes en el circuito son designadas con la letra E y el número correspondiente que permite relacionarlas con el circuito eléctrico asociado.



3.3) CIRCUITO ELÉCTRICO ASOCIADO:

El circuito eléctrico asociado permite controlar las electroválvulas que a su vez gobiernan el movimiento de los cilindros además de regir la puesta en marcha del motor eléctrico de la bomba oleohidráulica.

En el circuito que se presenta en la siguiente hoja puede observarse:

Por una parte, el circuito de potencia que se encarga de la puesta en marcha y paro del motor eléctrico. Se ubica en la parte izquierda de la hoja hasta la línea número tres. Por otra parte, en la parte derecha de la hoja se encuentra el circuito de mando que gobierna las electroválvulas del circuito oleohidráulico. Se ubica desde la línea número cuatro hasta la línea número dieciocho.

Los diferentes elementos que conforman el circuito eléctrico se designan mediante una letra: relés y sus contactos (K), electroválvulas (E), pulsadores manuales (PM), microinterruptores eléctricos (A), indicadores luminosos (H), detector fotoeléctrico de barrera (S).

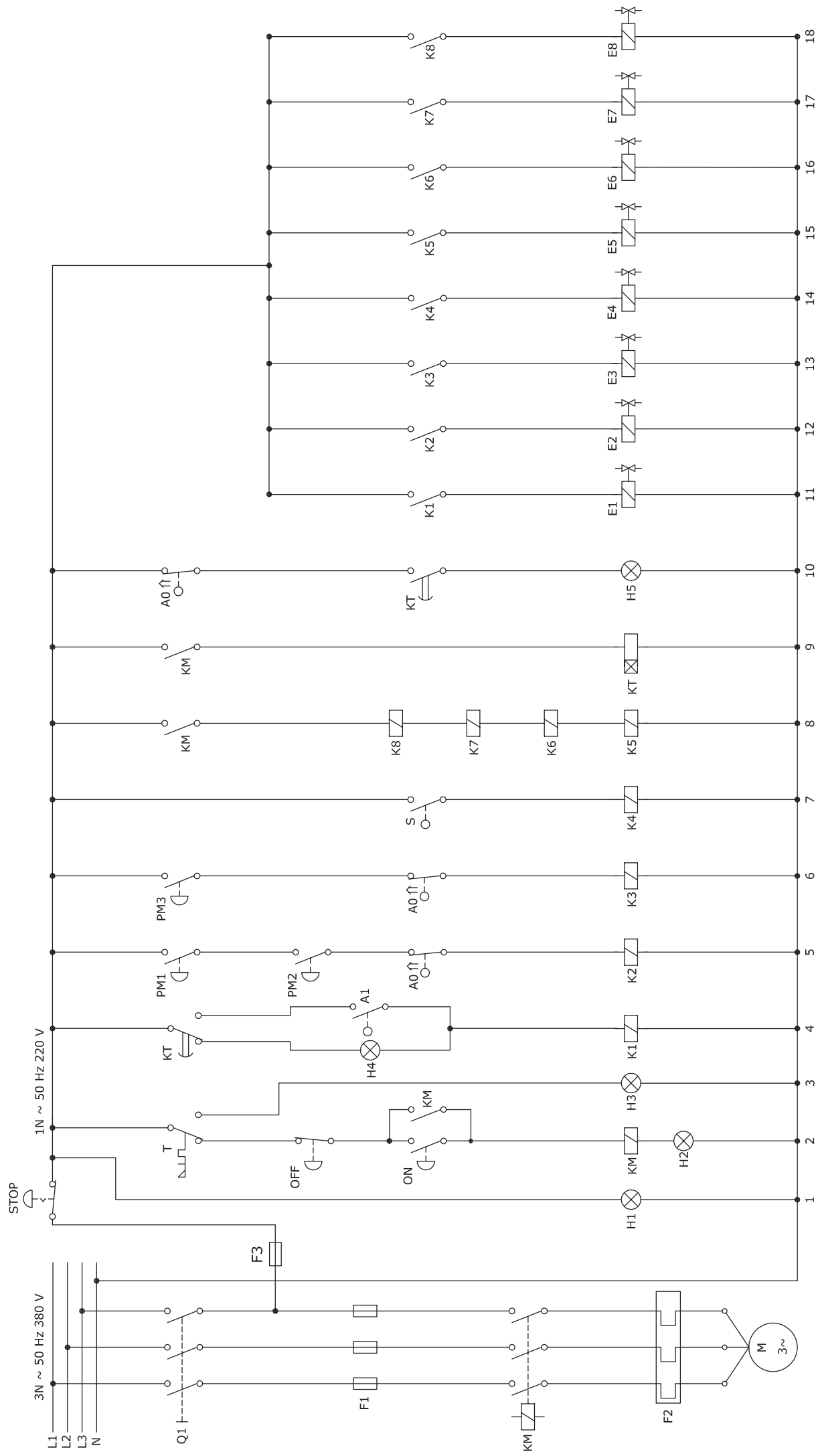
3.4) PANEL DE CONTROL DE LA PRENSA:

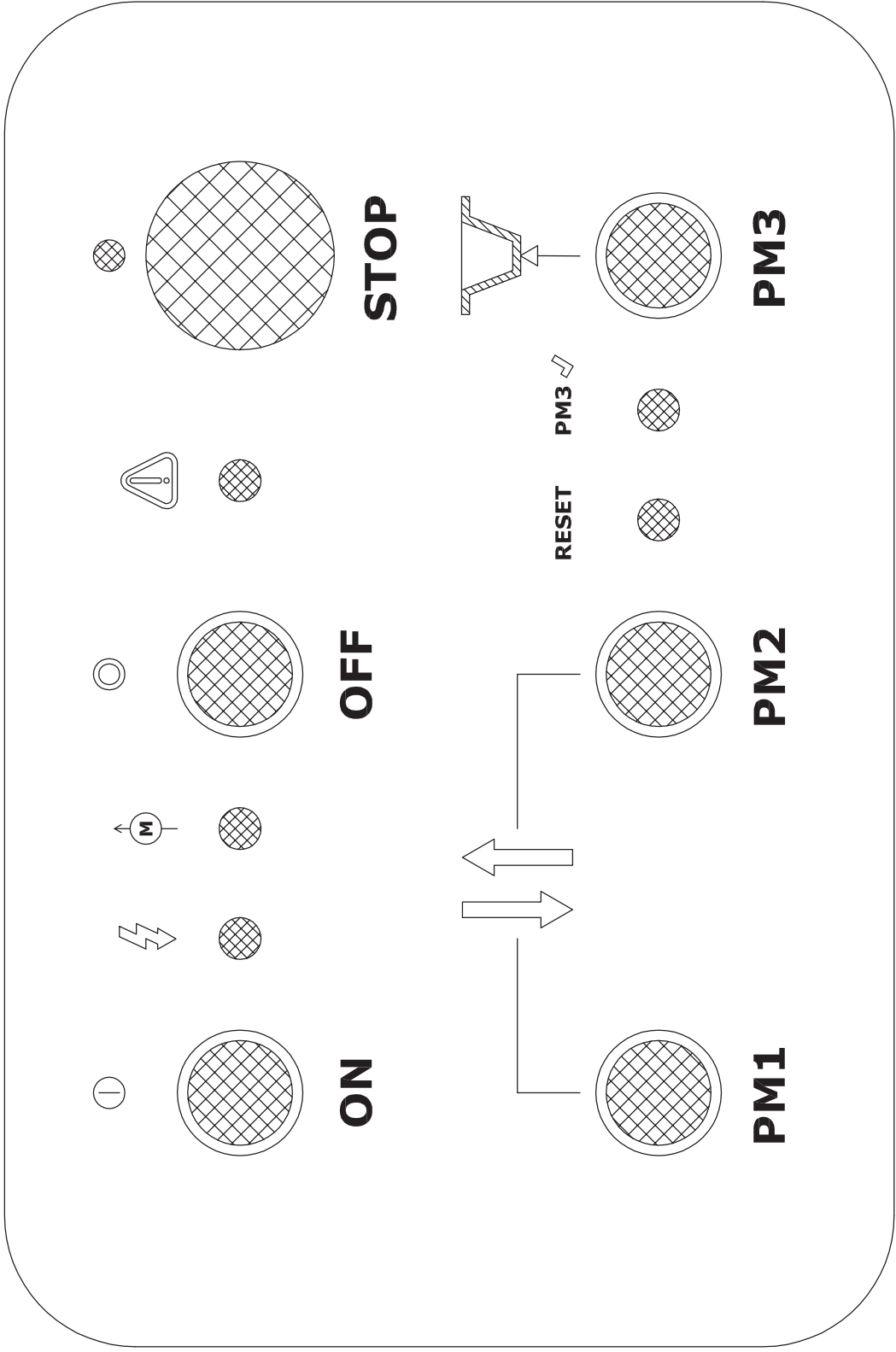
Justo tras la hoja que contiene el circuito eléctrico se encuentra la representación gráfica del panel de control de la prensa que el operario utiliza para gobernar la máquina.

El panel de control está compuesto por pulsadores manuales e indicadores luminosos. Los primeros permiten accionar la prensa y los segundos proporcionan información al operario sobre el estado de la máquina.

En la parte superior del panel se encuentran los pulsadores manuales ON, OFF y STOP, los dos primeros son rasantes y permiten poner en marcha y apagar el motor eléctrico que acciona la bomba oleohidráulica mientras el tercero es una seta con enclavamiento que bloquea los cilindros, para el motor eléctrico y desconecta la máquina de la red eléctrica en caso que se produzca una situación de emergencia. Los tres indicadores luminosos ubicados, de izquierda a derecha, en esta parte indican si la prensa está conectada a la red eléctrica, si el motor eléctrico está en marcha y si hay un problema en la máquina que obliga al operario a pulsar STOP.


En la parte inferior de panel existen tres pulsadores manuales rasantes, los dos primeros, PM1 y PM2, pulsados simultáneamente accionan el cilindro de estampación para que realice el movimiento de avance y retroceso automático mientras el tercero, PM3, permite extraer la pieza estampada mediante el cilindro de extracción. Los dos indicadores luminosos situados en esta parte del panel de control informan al operario sobre si el proceso de reseteo ya ha concluido y sobre si el pulsador PM3 se encuentra activo para accionar el cilindro de extracción respectivamente.





3.5) DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL CIRCUITO OLEOHIDRÁULICO:

En este apartado se van a describir a los elementos que constituyen el circuito oleohidráulico mediante las siguientes tablas:

Centralita oleohidráulica (1)	
<p><u>Funcionalidad</u></p> <p>Se encarga de suministrar el fluido al circuito con la presión, el caudal y el grado de pureza adecuado para que pueda ser aprovechado en los cilindros.</p>	
<p><u>Características técnicas</u></p> <p>En la centralita se ubican los siguientes elementos: la bomba, el motor eléctrico, el depósito, el manómetro, la válvula limitadora de presión, el filtro de aspiración, el filtro de retorno y la válvula antirretorno con muelle.</p>	

Bomba oleohidráulica (2)	
<p><u>Funcionalidad</u></p> <p>Es el elemento que eleva la presión del fluido y proporciona un determinado caudal del mismo para que este pueda ser aprovechado en los cilindros. El caudal que suministra es constante en el tiempo. Existe una gran variedad de este tipo de bombas</p>	
<p><u>Características técnicas</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Tipo: Bomba engranajes.- Presión suministrada: 225 bar- Caudal suministrado: 36 l/min- Cilindrada: 24 cm³ / rev	

Motor eléctrico (3)

Funcionalidad

Proporciona el movimiento de giro al eje de la bomba oleohidráulica para que esta pueda realizar su trabajo sobre el fluido.

Características técnicas

- Tipo: Motor trifásico asíncrono
- Velocidad de trabajo: 1500 rpm
- Conexión a la red: 3 ~ 380V
- Frecuencia: 50 Hz



Filtro de aspiración (4)

Funcionalidad

Elimina las partículas e impurezas que posee el fluido proveniente del depósito antes de que entre en la bomba oleohidráulica.

Características técnicas

- Grado de filtraje: 90 μm
- Presión máxima: 25 bares.



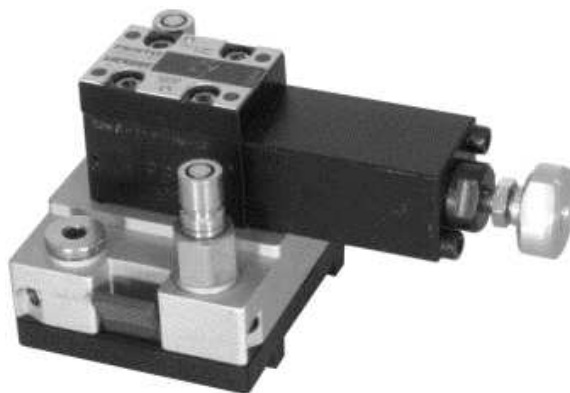
Válvula limitadora de presión (5)

Funcionalidad

Abre el circuito en caso de que la presión del fluido supere un valor máximo determinado evitando que la sobrepresión generada en el circuito dañe el motor eléctrico que acciona la bomba.

Características técnicas

- Presión de apertura: 230 bares.
- Tipo de regulación: Manual.



Manómetro (6),(13)

Funcionalidad

Permite comprobar la presión del fluido que circula por la tubería a la que está conectado el manómetro.

Características técnicas

- Rango de medida: 0-250 bar.



Filtro de retorno (7)

Funcionalidad

Elimina las partículas e impurezas que posee el fluido al retornar al depósito tras realizar el trabajo en los cilindros. Está equipado con una válvula antirretorno con muelle que permite en caso de obstrucción del filtro por exceso de suciedad que el fluido llegue al depósito y no quede bloqueado.

Características técnicas

- Grado de filtraje: 25 μm .
- Presión máxima: 25 bares.
- Presión de apertura: 3 bares



Válvula reguladora de presión (8)

Funcionalidad

Permite regular la presión del fluido del circuito para adecuarla a las condiciones de trabajo que exigen los cilindros.

Características técnicas

- Presión de trabajo: 200 bares.
- Tipo de regulación: Manual.



Filtro de presión (9)

Funcionalidad

Elimina las partículas e impurezas que posee el fluido a la salida de la bomba para garantizar el buen funcionamiento y conservación de los cilindros de trabajo.

Características técnicas

- Grado de filtraje: 10 μm .
- Presión máxima: 250 bares.



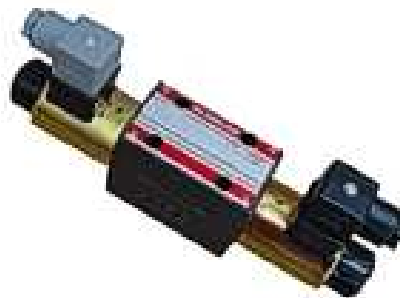
Válvula 5/2 accionada por electroválvulas (10)

Funcionalidad

Permite gobernar el movimiento del cilindro de estampación A. Posee cinco vías y dos posiciones.

Características técnicas

- Voltaje: 220 V
- Frecuencia: 50 Hz.
- Presión máxima: 275 bares.



Válvula 5/2 accionada por electroválvula y muelle (11)	
<p><u>Funcionalidad</u></p> <p>Permite gobernar el movimiento del cilindro de extracción B. Posee cinco vías y dos posiciones. Una posición se acciona mediante electroválvula y la otra mediante un retorno con muelle</p>	
<p><u>Características técnicas</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Voltaje: 220 V- Frecuencia: 50 Hz.- Presión máxima: 275 bares.	

Válvula 3/2 accionada por pulsador manual y muelle (12)	
<p><u>Funcionalidad</u></p> <p>Protege al manómetro (13) permitiendo solo el paso de presión hacia él cuando se acciona el pulsador. Posee tres vías y dos posiciones. Al dejar de accionar el pulsador, la válvula vuelve a la posición de corte de presión mediante un retorno con muelle.</p>	
<p><u>Características técnicas</u></p> <ul style="list-style-type: none">- Presión máxima: 275 bares.	

Válvula 2/2 accionada por electroválvula y muelle (14),(15),(16),(17),(18).

Funcionalidad

Las válvulas (14), (15), (16) y (17) se encargan de bloquear los cilindros A y B. Solo dejan circular al fluido cuando la electroválvula recibe corriente y acciona la posición de paso de presión. La posición bloqueo se acciona mediante un retorno con muelle.

En cambio, la válvula (18) bloquea el paso de presión cuando la electroválvula recibe corriente. Mientras, permite la circulación del fluido.



Características técnicas

- Voltaje: 220 V
- Frecuencia: 50 Hz.
- Presión máxima: 275 bares.

Válvula de regulación de caudal unidireccional (19),(20),(21).


Funcionalidad

Permiten disminuir el caudal en una sola dirección del paso de presión. Se encargan de reducir la velocidad de desplazamiento del vástago de los cilindros A y B.

Características técnicas

- Tipo de regulación: Manual.
- Rango de regulación: 0-100 %





Tuberías	
<p><u>Funcionalidad</u></p> <p>Las tuberías unen los diversos elementos del circuito entre si. Deben estar diseñadas para soportar la presión del fluido que trasportan y la temperatura de trabajo a la que se ven sometidas. Se encuentran normalizadas de acuerdo a la norma DIN SAE 100 R2.</p>	
<p><u>Características técnicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Presión de trabajo: 250 bares - Presión rotura: 1000 bares - Temperatura: (-40°, 100°) - Diámetro interior: 16 mm - Peso: 0,92 kg/m - Radio de curvatura: 200 mm - Tipo de rosca: BSP 3/8" 	

Aceite mineral	
<p><u>Funcionalidad</u></p> <p>El fluido utilizado es aceite mineral debido a su alta temperatura de trabajo, a su capacidad lubricante, a sus propiedades anticorrosivas, antidesgaste y antiespumantes. Su único problema es su alta inflamabilidad por lo que la instalación donde se halle la máquina deberá contar con lo elementos de protección de incendios que exige la ley.</p>	
<p><u>Características técnicas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Densidad: 878 kg/m³ (15°) - Viscosidad: 32 cst (40°) - Color: Azul 	

3.6) DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL CIRCUITO ELÉCTRICO

Al igual que en el apartado anterior se procede a realizar una descripción de los elementos conforman el circuito eléctrico:

Relés (K)	
<p><u>Funcionalidad</u></p> <p>Abren o cierran sus contactos asociados al recibir corriente. Destaca el relé KT que posee retardo a la conexión.</p> <p>Cada electroválvula (E_n) está asociada a un relé (K_n) cuyos contactos son los responsables de su accionamiento. El relé KM es el encargado de la puesta en marcha del motor y desbloqueo de los cilindros. El relé KT realiza la labor de reseteo de la máquina</p>	

Pulsadores manuales	
<p><u>Funcionalidad</u></p> <p>Están ubicados en el panel de control de la máquina. Abren o cierran el circuito al ser accionados permitiendo que el operario pueda controlar el trabajo de la maquina. Los pulsadores PM1, PM2 y PM3 son pulsadores rasantes. Se elige esta tipología constructiva para disminuir las posibilidades de un accionamiento involuntario.</p> <p>El pulsador STOP es una seta de emergencia. Posee enclavamiento y al ser pulsado detiene el funcionamiento de la maquina y la desconecta de la red eléctrica.</p>	

Indicadores luminosos (H)

Funcionalidad

Emiten una señal lumínica al recibir corriente.

Están situados en el panel de control y su función es proporcionar información al operario sobre el estado de la máquina.

H1 indica que la máquina está conectada a la red. H2 informa que el motor eléctrico está en funcionamiento. H3 avisa al operario de que el motor ha dejado de funcionar por un problema técnico. H4 está encendido durante el proceso de reseteo de la máquina. H5 informa al operario de cuando puede pulsar PM3 para extraer la pieza estampada.



Electroválvulas (E)

Funcionalidad

Al recibir corriente cambian la posición de la válvula oleohidráulica a la que están asociadas.

En este circuito hay un total de ocho electroválvulas. Cada una está asociada a un relé cuyos contactos son los encargados de accionarlas.



Microrruptores (A)

Funcionalidad

Abren o cierran el circuito al ser accionados por el vástago del cilindro al alcanzar una posición determinada. Por ello, están ubicados en la máquina y deben estar preparados para soportar las condiciones de funcionamiento y el entorno que les rodea.

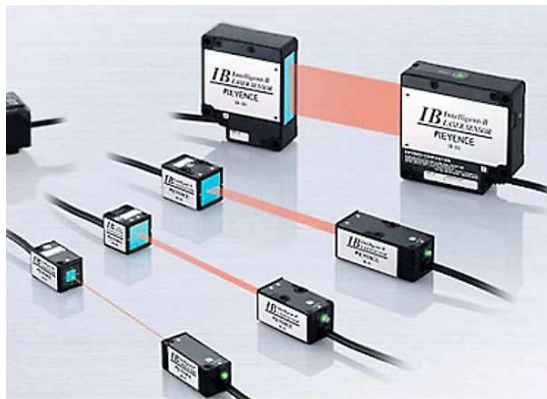
En esta máquina hay dos, uno (A0) detecta cuando el cilindro A está completamente recogido y el otro (A1) detecta cuando el vástago del cilindro A llega al final de su carrera.



Detector fotoeléctrico de barrera (S)

Funcionalidad

Cierra el circuito eléctrico cuando se interfiere la señal fotoeléctrica entre el emisor y el receptor. Está ubicado en la máquina en un punto determinado de la carrera del vástago del cilindro A para que cuando este alcance dicho punto se cierre el circuito y se produzca el cambio de velocidad de descenso del vástago durante el movimiento de estampación.



Fusibles de potencia (F)

Funcionalidad

Protegen al circuito principal de corrientes en cortocircuito o sobreintensidades prolongadas.



Interrupor tripolar (Q)

Funcionalidad

Permiten conectar o desconectar el circuito de potencia de la red general de distribución eléctrica.



Relé térmico (T)

Funcionalidad

Protege el motor frente a sobrecargas débiles y prolongadas. Al detectar un aumento de temperatura debido a las sobrecargas, el conmutador T cambia de posición desconectando el motor y encendiendo el indicador luminoso H3 que avisa al operario del problema que ha producido la parada de la máquina.



3.7) DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PRENSA:

El circuito consta de dos actuadores oleohidráulicos, el cilindro A y el cilindro B. El primero es el que mueve la matriz de la prensa para realizar la operación de estampado de la chapa y el segundo permite la extracción de la pieza ya estampada.

El circuito se ha diseñado para permitir al operario realizar el trabajo con la mayor facilidad y el menor riesgo. A continuación se describe cual es el funcionamiento del circuito en cada una de las siguientes circunstancias:

3.7.1) PUESTA EN MARCHA Y PARO DE LA BOMBA:

En primer lugar, hay conectar la máquina a la red eléctrica mediante el interruptor tripolar Q. En el panel de control de la máquina el indicador luminoso H1 informa de si la máquina está conectada a la red. Si el indicador está encendido puede procederse a pulsar el botón ON y el motor eléctrico se pondrá en funcionamiento y la bomba empezará a trabajar. También existe en el panel de control un indicador luminoso H2 que nos informa de si el motor está en marcha. Para parar la bomba simplemente hay que pulsar el botón OFF.

3.7.2) RESETEO Y DESBLOQUEO DE LOS CILINDROS:

Una vez la bomba está en marcha se producen dos acciones simultaneas. Por una parte se desbloquean los cilindros A y B al activarse las electroválvulas E5, E6, E7 y E8 debido al paso de corriente en la línea 8 que alimenta a los relés K5, K6, K7 y K8. Cuando el motor no está en marcha los cilindros se encuentran bloqueados por razones de seguridad. Por otra parte se produce el reseteo de la válvula (10) en su posición E1. Esta acción es una medida de seguridad cuyo objetivo es que en caso de que el cilindro A quede bloqueado a lo largo de su carrera durante el movimiento de avance debido a una parada repentina del motor por alguna causa determinada, al volver a poner en marcha el motor el cilindro no prosiga su movimiento de avance e inicie el movimiento de retroceso que le devuelva a su posición inicial evitando así posibles situaciones de peligro. Cuando el motor se pone en marcha por el cierre de los contactos del relé KM llega corriente al relé KT en la línea 9 que cambia la posición de sus contactos con 2 segundo de retardo. Una vez pasados esos 2 segundos la válvula (10) ya ha sido reseteada y la máquina puede funcionar con normalidad. El indicador luminoso H4 del panel de control nos indica cuando el proceso de reset está en funcionamiento y cuando termina.

3.7.3) ACCIONAMIENTO DE LOS CILINDROS A Y B:

Con la bomba en funcionamiento, los cilindros desbloqueados y la operación de reset realizada, el operario ya puede proceder a utilizar la prensa para el trabajo de estampación.

Una vez colocada la chapa en la prensa, para poner en funcionamiento el cilindro A es necesario pulsar los botones PM1 y PM2 simultáneamente. Con pulsar uno de ellos únicamente no es suficiente, esto es así para prevenir un posible accionamiento de uno de ellos de forma accidental. Al pulsar ambos botones llega corriente al relé K2 en la línea 5 que activa la electroválvula E2 y el cilindro empieza su movimiento de avance. Al llegar al final de su carrera y realizar el trabajo de estampación se acciona el microrruptor A1 que cierra el circuito en la línea 4 proporcionando corriente al relé K1 que acciona la electroválvula E1 a través de sus contactos, así el vástago inicia la carrera de retroceso que le devuelve a su posición inicial.

El microrruptor A0 se encuentra activado cuando el vástago está en su posición inicial y abre el circuito en la línea 5 cuando el vástago está en movimiento evitando que una pulsación accidental de los botones PM1 y PM2 afecte el desarrollo del movimiento.

Para la extracción de la pieza se utiliza el cilindro B. El cilindro B se acciona mediante el botón PM3. Únicamente puede utilizarse cuando el cilindro A se encuentra en su posición inicial por razones de seguridad. Así solo llega corriente al relé K3 en la línea 6 al pulsar PM3 si A0 está activado. El indicador luminoso H5 del panel de control indica cuando el cilindro puede ser accionado.

El movimiento de este cilindro se realiza mientras se pulsa PM3, al dejar de pulsarlo el muelle devuelve a la válvula (11) a su posición inicial y en consecuencia el vástago se retrae. Esto permite al operario un mayor control del cilindro en el momento de la extracción de la pieza ya que no todas las extracciones son iguales. En algunas ocasiones se necesitará un mayor esfuerzo para extraer la pieza que en otras.

3.7.4) CONTROL DE LA VELOCIDAD DEL VÁSTAGO DEL CILINDRO A:

En el movimiento de avance del vástago del cilindro A se realiza a dos velocidades diferentes. Un primer tramo se realiza a una velocidad más rápida que se denomina velocidad de aproximación y un segundo tramo que incluye el trabajo de estampación se realiza a una velocidad más baja que se denomina velocidad de trabajo.

Para que esto sea posible se coloca un célula fotoeléctrica de barrera S en la zona elegida para el cambio de velocidad. Cuando el vástago del cilindro alcanza dicha zona interfiere la señal entre emisor y receptor, se cierra el contacto S haciendo llegar corriente al relé K4 en la línea 7 que cierra sus contactos para activa la electroválvula E4. Esto produce el cambio de posición de la válvula (18) cerrando el paso al fluido y obligándolo a circular por una válvula de estrangulación unidireccional (19).

El contacto S no se abre hasta que el vástago no vuelve a cruzar la zona en su movimiento de retroceso reestabeciéndose el contacto entre emisor y receptor. Sin embargo esto no tiene ninguna influencia en el movimiento de retroceso ya que como se ha dicho la válvula de estrangulación (19) solo actúa en el sentido del flujo de avance. Así el movimiento de retroceso se realiza a la misma velocidad a lo largo de toda la carrera del vástago.

3.7.5) SITUACIONES DE EMERGENCIA:

Durante el funcionamiento de la prensa pueden producirse situaciones anómalas que generen un determinado riesgo tanto para personas como para bienes materiales. Para intentar reducir ese riesgo al mínimo se ha diseñado el circuito con las siguientes premisas:

Al pulsar la seta de emergencia STOP debido a una situación que requiera el paro de la máquina, el motor eléctrico dejará de funcionar y por tanto la bomba no proporcionará presión, los cilindros quedarán bloqueados y se cortará el suministro de corriente al dispositivo de mando. Una vez se haya reestablecido la normalidad se deberá desenclavar la seta de emergencia. Al realizar está acción volverá la corriente al dispositivo de mando pero el motor seguirá parado y los cilindros bloqueados. Se deberá poner en marcha el motor para que los cilindros, tras realizarse el proceso de reseteo, vuelvan a su posición inicial.

En el hipotético caso que se produjese un fallo eléctrico que dejase sin corriente a la prensa mientras se encuentra en pleno proceso de trabajo los cilindros quedarían bloqueados. Al reestablecerse el suministro el motor seguiría parado y los cilindros bloqueados. Igual que en el caso anterior, al poner en marcha el motor los cilindros volverían a su posición inicial.

Otra hipotética situación que podría generar peligro se podría producir si el operario pulsase el botón OFF mientras la prensa está en proceso de trabajo. Las consecuencias serían equivalentes a las que se producen al pulsar STOP excepto en el hecho de que la corriente del dispositivo de mando no se cortaría. Si bien el circuito está preparado en caso de que se produzca esta situación, NO debe utilizarse el botón OFF para parar la máquina en una situación de emergencia. Esta función corresponde a STOP y el operario debe de tener pleno conocimiento de ello en su formación anterior al uso de la máquina.

Por último, en el caso de que se produjesen situaciones anómalas en el motor como sobrecalentamientos o sobreintensidades, el relé térmico F2 actuaría sobre el conmutador T y el motor se pararía lo que daría lugar al bloqueo de los cilindros. Si se da esta situación el indicador luminoso H3 se encendería avisando al operario de los problemas en el motor, el operario debe entonces pulsar la seta de emergencia STOP para cortar la corriente en el dispositivo de mando y que la máquina quede totalmente bloqueada y aislada para que puedan realizarse las inspecciones necesarias para evaluar los problemas del motor. Una vez solucionados al poner en funcionamiento la máquina los cilindros volverían a su posición inicial.

3.8) ELECCIÓN DE LOS CILINDROS OLEHIDRÁULICOS:

A continuación se va a realizar la elección de los cilindros de acuerdo a los requisitos exigidos:

3.8.1) CILINDRO DE ESTAMPACIÓN A:

El cilindro elegido debe cumplir las exigencias de fuerza ejercida y resistencia a pandeo además de poseer las sujeciones adecuadas para su fijación en la máquina. Los cilindros utilizados en la prensa se han elegido del catálogo de la marca GLUAL.

- Fuerza ejercida por el cilindro:

La prensa debe ser capaz de ejercer 40 Tn durante la operación de estampado. La siguiente expresión relaciona la presión de trabajo del cilindro y su diámetro con la fuerza que ejerce:

$$F = \frac{\Pi}{4} * D^2 * P * \eta$$

Siendo: $F = 40.000 \text{ kp} = 40.000 * 9,81 = 392.400 \text{ N} = 392,4 \text{ kN}$

La gama de cilindros que ofrece el fabricante en su catálogo está diseñado para trabajar a una presión de 200 bares:

Pistón	Vástago	Relación secciones	Pistón	Sección Vástago	Anular	Fuerza a 200 bar ¹		
AL	MM	Ø	A ₁	A ₂	A ₃	Empuje	Diferencial	Tracción
Ø mm	Ø mm	A1/A3	cm ²	cm ²	cm ²	F ₁ kN	F ₂ kN	F ₃ kN
40	18	1,25	12,57	2,54	10,03	24,64	4,99	19,64
	22	1,43		3,80	8,77		7,45	17,18
	28	1,96		6,16	6,41		12,07	12,56
50	22	1,24	19,63	3,80	15,83	38,49	7,45	31,03
	28	1,46		6,16	13,47		12,07	26,42
	36	2,08		10,18	9,45		19,95	18,53
63	28	1,25	31,17	6,16	25,01	61,11	12,07	49,03
	36	1,48		10,18	20,99		19,95	41,15
	45	2,04		15,90	15,27		31,17	29,93
80	36	1,25	50,27	10,18	40,09	98,56	19,95	78,57
	45	1,46		15,90	34,37		31,17	67,35
	56	1,96		24,63	25,64		48,27	50,25
100	45	1,25	78,54	15,90	62,64	154,00	31,17	122,77
	56	1,46		24,63	53,91		48,27	105,66
	70	1,96		38,48	40,06		75,43	78,51
125	56	1,25	122,72	24,63	98,09	240,62	48,27	192,25
	70	1,46		38,48	84,24		75,43	165,10
	90	2,08		63,62	59,10		124,69	115,84
140	70	1,33	153,94	38,48	115,46	301,84	75,43	226,29
	90	1,70		63,62	90,32		124,69	177,03
	100	2,04		78,54	75,40		153,94	147,78
160	70	1,24	201,06	38,48	162,58	394,23	75,43	318,65
	90	1,46		63,62	137,44		124,69	269,39
	110	1,90		95,03	106,03		186,27	207,82
180	90	1,33	254,47	63,62	190,85	498,96	124,69	374,07
	110	1,60		95,03	159,44		186,27	312,49
	125	1,93		122,72	131,75		240,53	258,23

El cilindro que cumple los requisitos es el que posee un diámetro de pistón de 160 mm. El diámetro del vástago elegido es el de 90 mm.

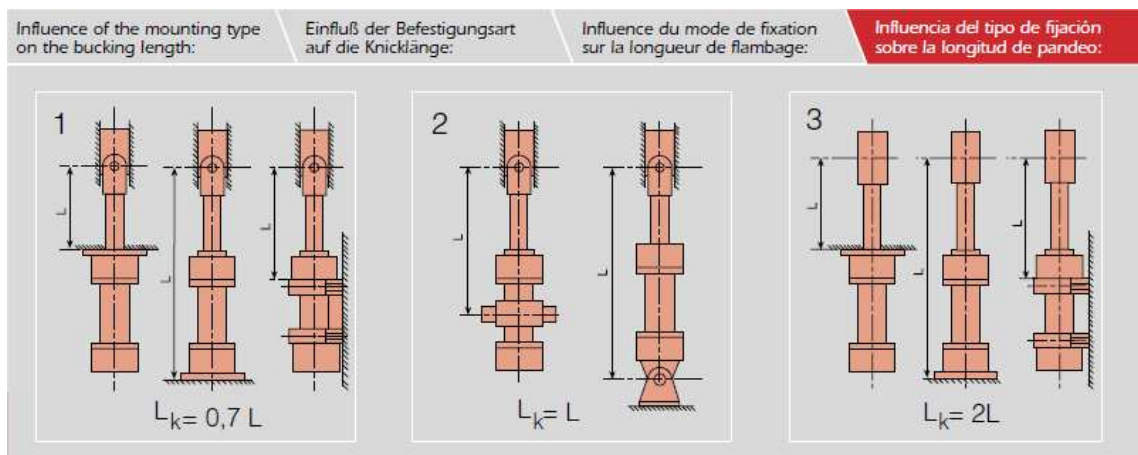
- Resistencia a pandeo:

Una vez elegido el diámetro del vástago es necesario comprobar que cumple los requisitos de resistencia a pandeo. El fabricante proporciona una tabla en su catálogo que permite comprobar si el cilindro elegido es válido. Para utilizar dicha tabla es necesario conocer la fuerza axial que soporta el vástago y la carrera del cilindro:

$$F = 392,4 \text{ kN}$$

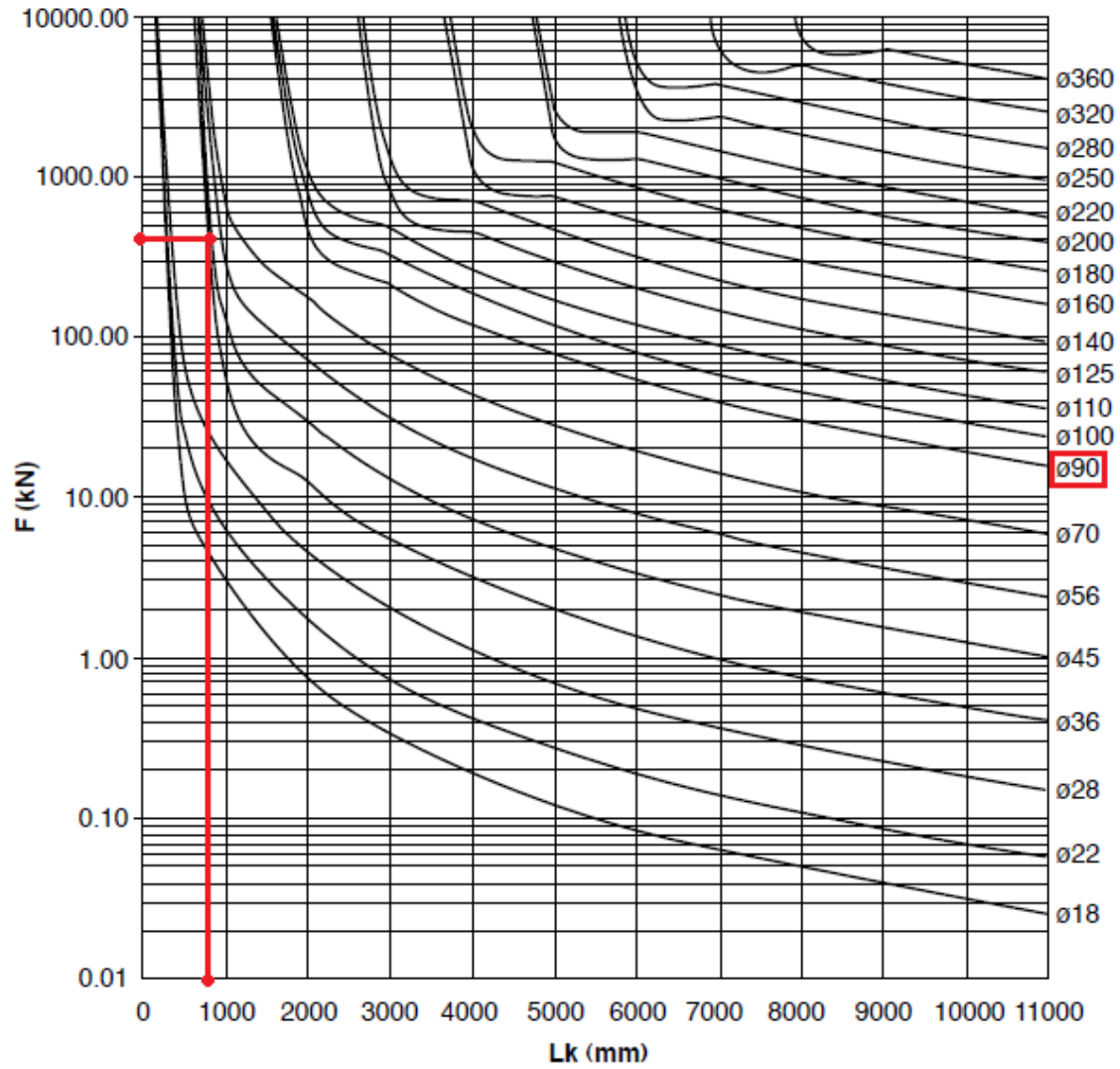
$$L = 400 \text{ mm}$$

La longitud libre de pandeo L_k depende de la fijación del cilindro:



En este caso el cilindro elegido posee fijación mediante brida delantera y el vástago no se encuentra guiado en su carrera en consecuencia se trata del caso número tres.

$$L_k = 2 * L = 2 * 400 = 800 \text{ mm}$$



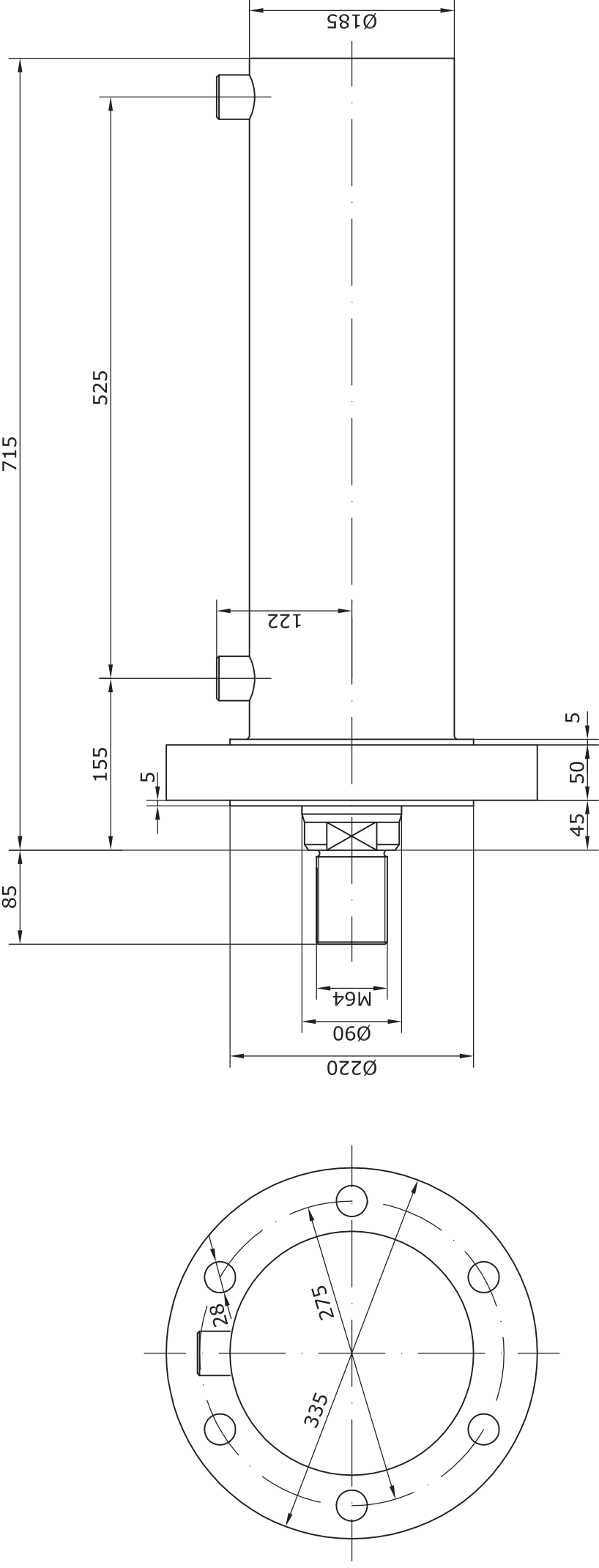
El vástago de diámetro 90 mm cumple el requisito de resistencia al pandeo.

Finalmente, el cilindro elegido posee las siguientes características específicas:

Nombre	Diámetro pistón (mm)	Diámetro vástago (mm)	Carrera (mm)	Peso (kp)	Forma de fijación
Cilindro KZ ISO 3320	160	90	400	132,21	Brida delantera

CILINDRO A

ESCALA 1:5



3.8.2) CILINDRO DE EXTRACCIÓN B:

Como en el caso anterior, el cilindro seleccionado debe cumplir las exigencias de fuerza ejercida y de resistencia a pandeo, además de estar dotado las sujeciones adecuadas para su fijación en la máquina.

- Fuerza ejercida por el cilindro:

En este caso se elige el cilindro de menor sección de la gama del catálogo ya que la fuerza que proporciona es suficiente para realizar la extracción de la pieza.

Pistón	Vástago	Relación secciones	Pistón	Sección Vástago	Anular	Fuerza a 200 bar ¹		
AL	MM	Ø	A ₁	A ₂	A ₃	Empuje	Diferencial	Tracción
Ø mm	Ø mm	A1/A3	cm ²	cm ²	cm ²	F ₁ kN	F ₂ kN	F ₃ kN
40	18	1,25	12,57	2,54	10,03	24,64	4,99	19,64
	22	1,43		3,80	8,77		7,45	17,18
	28	1,96		6,16	6,41		12,07	12,56
50	22	1,24	19,63	3,80	15,83	38,49	7,45	31,03
	28	1,46		6,16	13,47		12,07	26,42
	36	2,08		10,18	9,45		19,95	18,53
63	28	1,25	31,17	6,16	25,01	61,11	12,07	49,03
	36	1,48		10,18	20,99		19,95	41,15
	45	2,04		15,90	15,27		31,17	29,93
80	36	1,25	50,27	10,18	40,09	98,56	19,95	78,57
	45	1,46		15,90	34,37		31,17	67,35
	56	1,96		24,63	25,64		48,27	50,25
100	45	1,25	78,54	15,90	62,64	154,00	31,17	122,77
	56	1,46		24,63	53,91		48,27	105,66
	70	1,96		38,48	40,06		75,43	78,51

Se elige el cilindro con un pistón de diámetro 40 mm que proporciona una fuerza de 24,64 kN. La presión de trabajo del cilindro es de 200 bares igual que en el caso anterior. El diámetro del vástago elegido es de 28 mm.

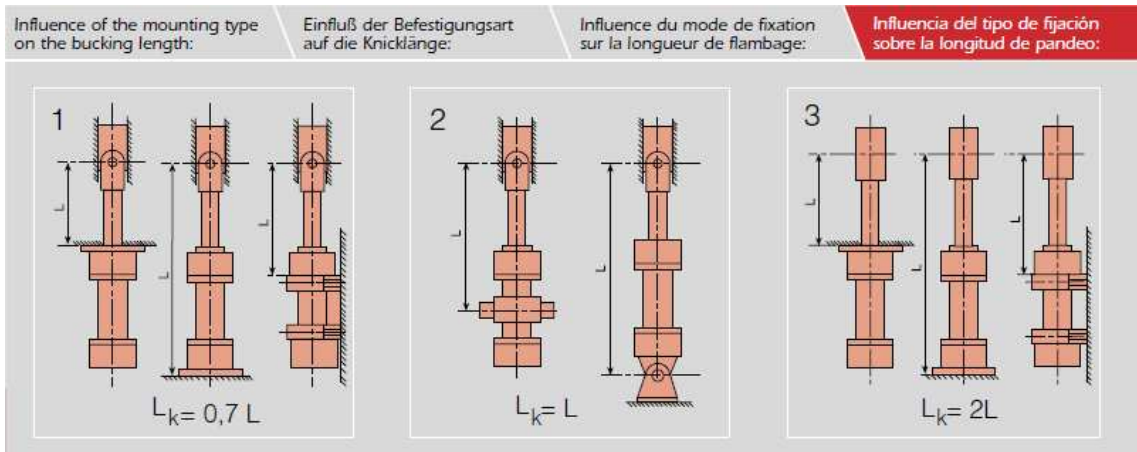
- Resistencia a pandeo:

Al igual que en el caso anterior se comprueba la resistencia del vástago sometido al esfuerzo de pandeo. Se utiliza la misma tabla que proporciona el fabricante. En este caso, la fuerza axial que soporta el vástago y la carrera del cilindro son:

$$F = 24,64 \text{ kN}$$

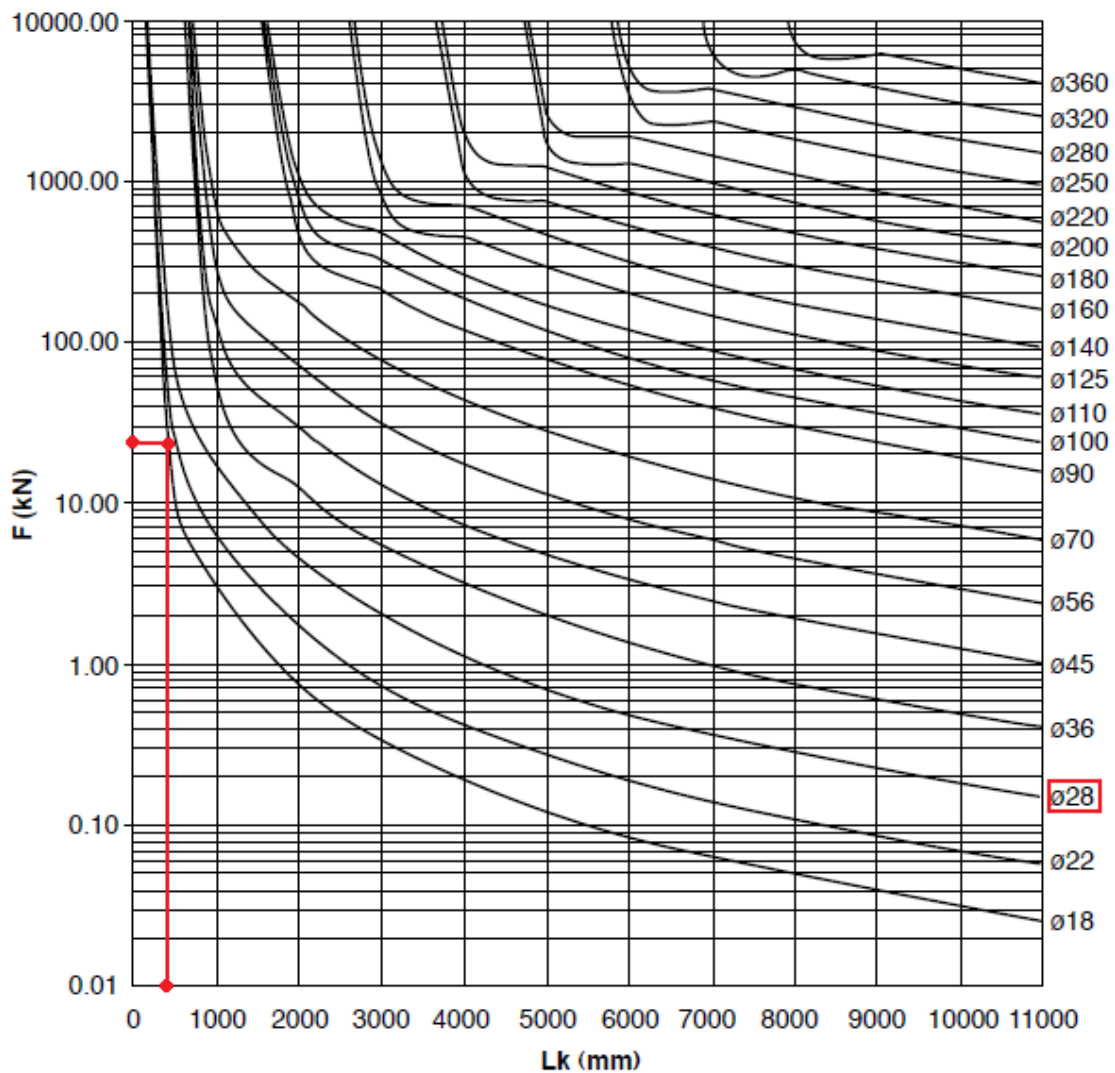
$$L = 200 \text{ mm}$$

La longitud libre de pandeo L_k depende de la fijación del cilindro:



El cilindro B posee una fijación mediante brida trasera y el vástago no se encuentra guiado por lo que se trata del caso número 3.

$$L_k = 2 * L = 2 * 200 = 400 \text{ mm}$$



El vástago de diámetro 28 mm cumple el requisito de resistencia al pandeo.

Finalmente, el cilindro elegido posee las siguientes características específicas:

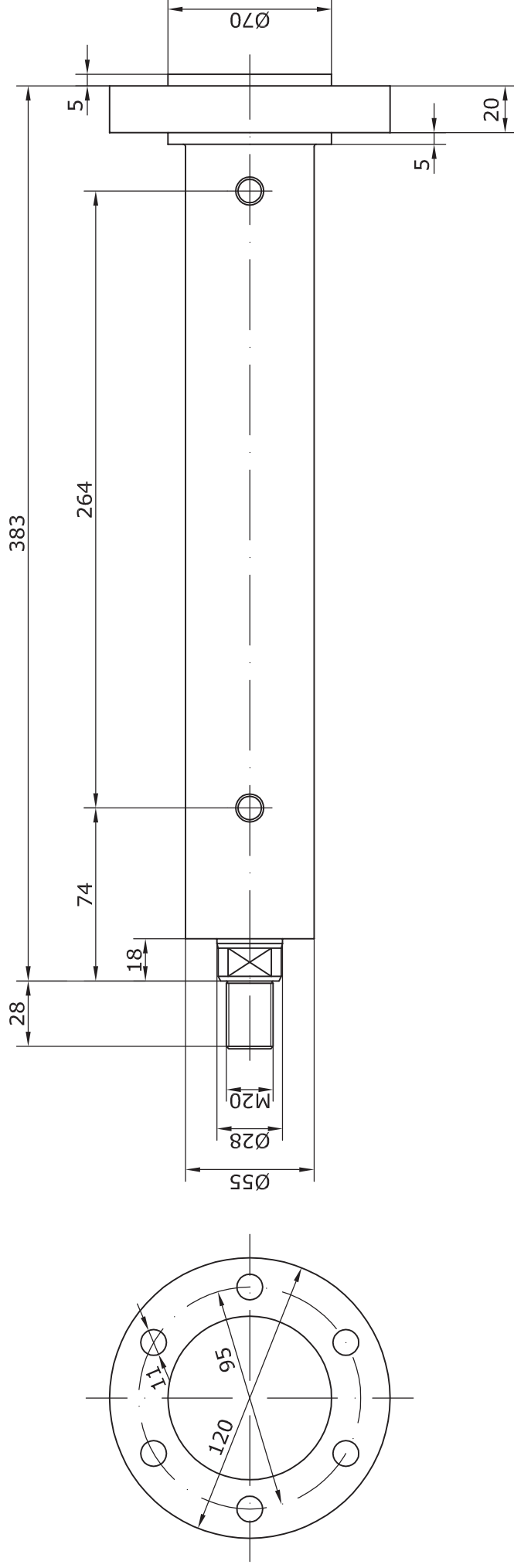
Nombre	Diámetro pistón (mm)	Diámetro vástago (mm)	Carrera (mm)	Peso (kp)	Forma de fijación
Cilindro KZ ISO 3320	40	28	200	6,77	Brida trasera

En la siguiente tabla se muestran las características técnicas generales de la gama de cilindros de la que han sido elegidos el cilindro A y el cilindro B:

CARACTERÍSTICAS																		
Norma		ISO 3320 - DIN 24334																
Tipo de construcción		Soldado																
Presión nominal		200 bar																
Presión de prueba		300 bar																
Posición de montaje		Indiferente																
Temperatura ambiente		-20°C...+80°C con estanqueidad tipo 3-8 / -20°C...+160°C con estanqueidad VITON tipo 2																
Temperatura del fluido		-20°C...+80°C con estanqueidad tipo 3-8 / -20°C...+160°C con estanqueidad VITON tipo 2																
Fluido		Aceite mineral – Otros fluidos bajo demanda																
Viscosidad		12...90 mm²/s																
Filtración		Grado de filtración según NAS 1638 clase 9...10 a obtener con filtro $\beta_{25} = 75$																
Estanqueidad vástago y pistón		Ver codificación para pedido																
Ø Pistón (mm)		40	50	63	80	100	125	140	160	180	200	220	250	320	360	400	450	500
Velocidad máxima (m/s) Juntas tipo 3		0,5		0,4		0,25						0,20						
Velocidad máxima (m/s) Juntas tipo 8		1				0,7						0,5						
Longitud de amortiguación (mm)	Trasera	23	23	26	25	33	38	38	44	43	43	43	43	48	60	60	70	80
Carrera mínima (mm)	Sin amortig.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Con amortig.	25	25	30	30	40	45	45	50	50	50	50	50	55	65	65	75	85
Tolerancia de carrera		ISO 8135																

CILINDRO B

ESCALA 2:5



3.9) CÁLCULO DE LAS VELOCIDADES DE AVANCE Y RETROCESO:

El objetivo de este apartado es realizar un análisis de las velocidades de avance y retroceso de los vástagos de los cilindros. Además de las velocidades, se calcula los caudales de aceite consumidos y el tiempo que tardan los vástagos en realizar dichos movimientos.

3.9.1) CILINDRO DE ESTAMPACIÓN A:

En primer lugar, se analiza el movimiento de avance del cilindro A. Posteriormente, se realiza el mismo procedimiento para el movimiento de retroceso:

- Movimiento de avance del vástago del cilindro A:

La carrera de avance se realiza a dos velocidades distintas. El primer tramo de la carrera se realiza a una velocidad denominada de aproximación que es más elevada que la velocidad con la que se realiza la estampación de la chapa denominada velocidad de trabajo.

El cambio de velocidad se realiza cuando el vástago ha recorrido 250 mm de los 400 mm. Es en ese punto donde se encuentra el detector fotoeléctrico de barrera S cuyo accionamiento da lugar al cierre de la válvula (18) que obliga al fluido a circular por la válvula de estrangulación unidireccional (19).

La válvula de estrangulación (19) reduce el caudal en un 40%. La siguiente expresión relaciona el caudal, la velocidad y el diámetro del pistón:

$$Q \text{ (l/min)} = 1,5 * \Pi * D_{cil}^2 \text{ (cm)} * v_{avance} \text{ (m/s)}$$

Siendo $Q = 36 \text{ l/min}$ el caudal que proporciona la bomba se procede al cálculo de las velocidades:

$$v_{aproximación} = \frac{36 \text{ (l/min)}}{1,5 * \Pi * 16^2 \text{ (cm}^2\text{)}} = 0,030 \text{ (m/s)} = 30 \text{ (mm/s)}$$

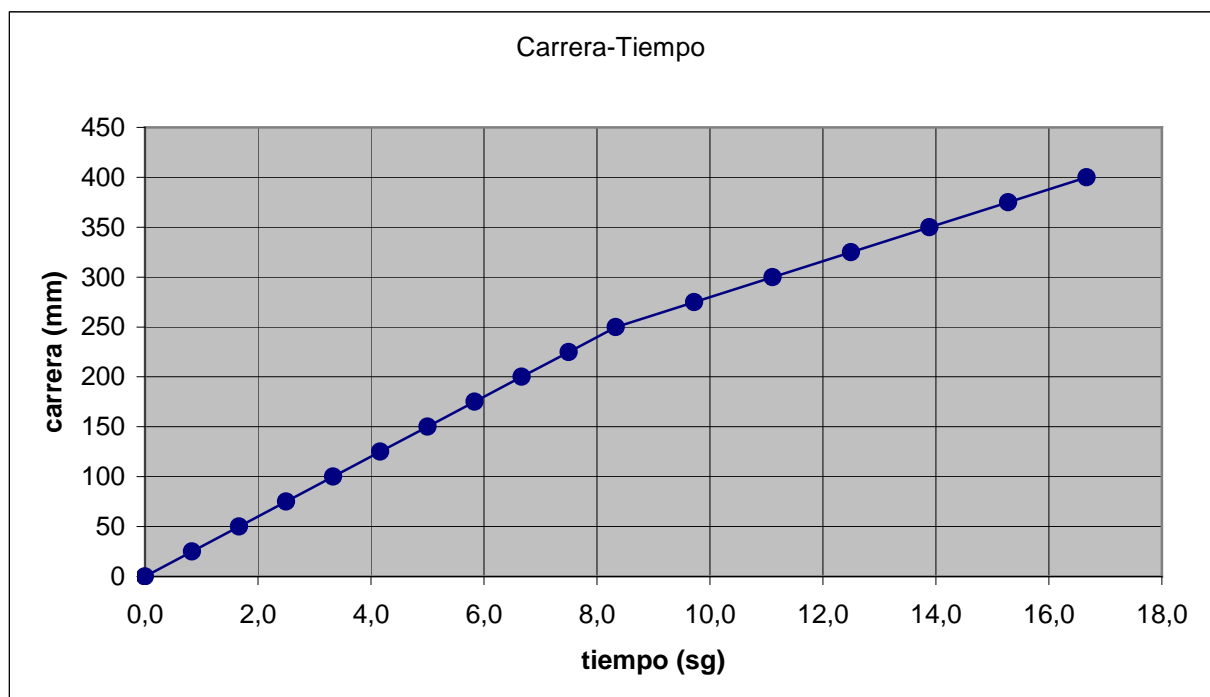
$$Q_{trabajo} = 0,60 * Q_{aproximación} = 22 \text{ l/min} \rightarrow v_{trabajo} = \frac{22 \text{ (l/min)}}{1,5 * \Pi * 16^2 \text{ (cm}^2\text{)}} = 0,018 \text{ (m/s)} = 18 \text{ (mm/s)}$$

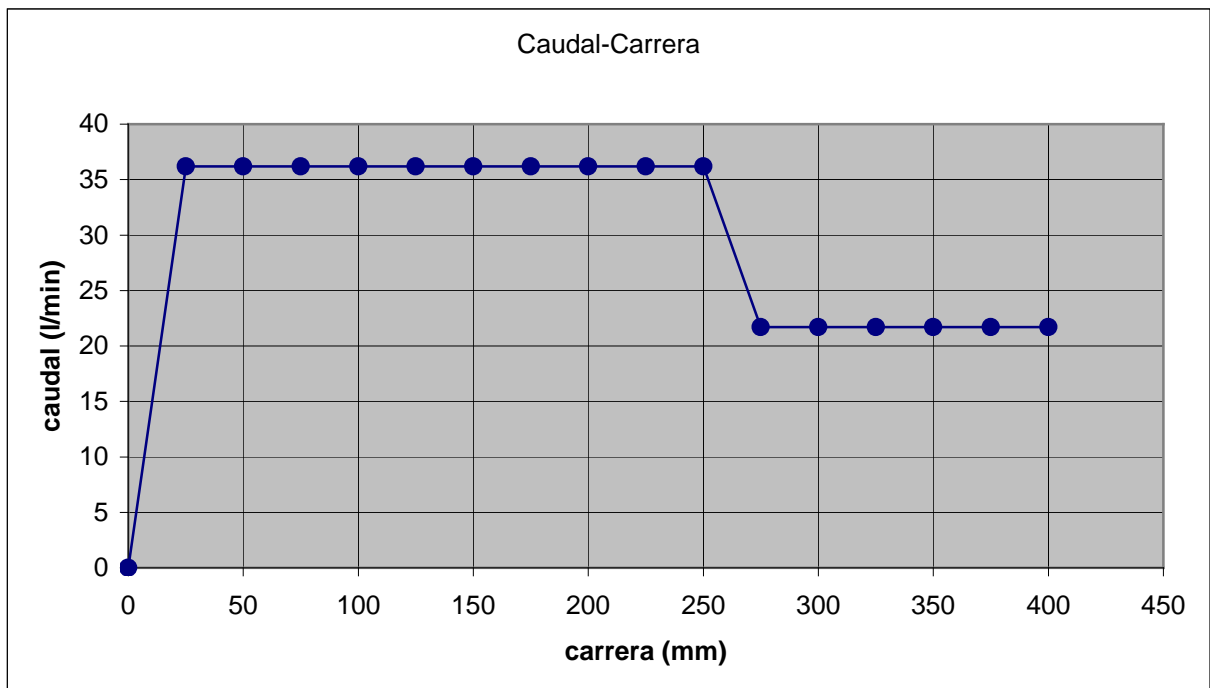
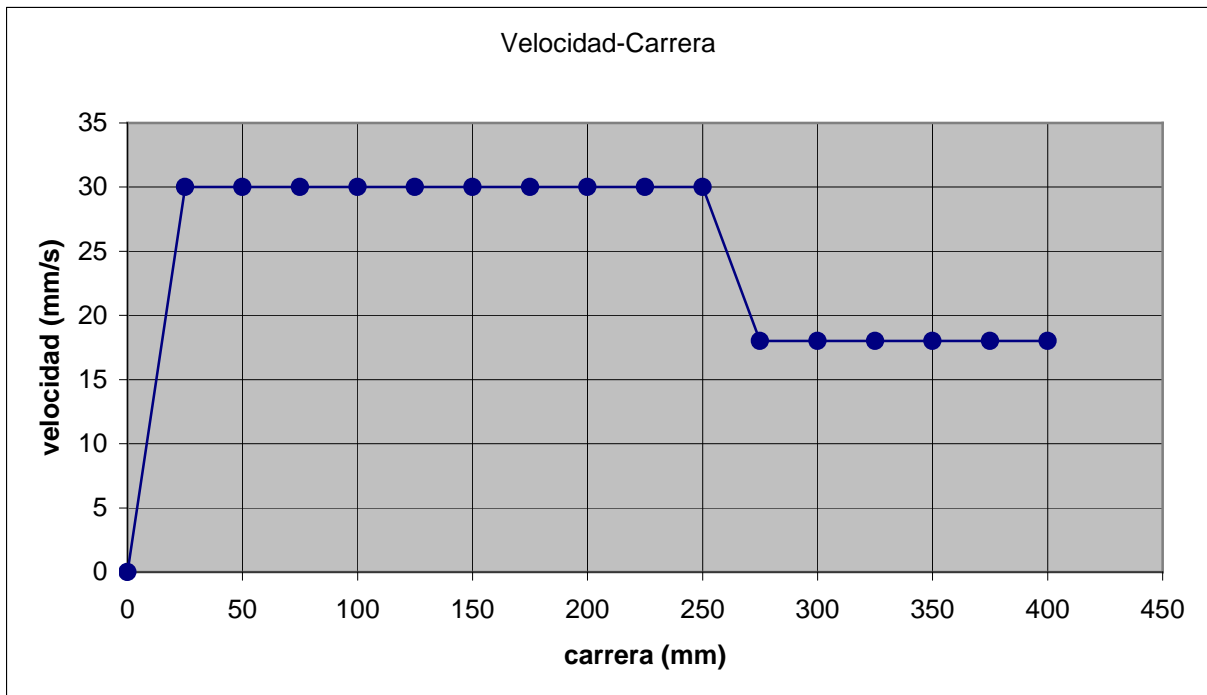
El primer tramo se realiza a una velocidad de 30 mm/s y el segundo tramo a una velocidad de 18 mm/s tras la reducción del caudal a 22 l/min.

En la siguiente tabla se muestra la relación entre caudal consumido, la velocidad de avance, la carrera y tiempo transcurrido durante el movimiento de avance del vástago:

Velocidad de avance (mm/s)	Caudal instantaneo (l/min)	Carrera (mm)	Tiempo (sg)
0	0	0	0,0
30	36	25	0,8
30	36	50	1,7
30	36	75	2,5
30	36	100	3,3
30	36	125	4,2
30	36	150	5,0
30	36	175	5,8
30	36	200	6,7
30	36	225	7,5
30	36	250	8,3
18	22	275	9,7
18	22	300	11,1
18	22	325	12,5
18	22	350	13,9
18	22	375	15,3
18	22	400	16,7

A partir de esta tabla pueden obtenerse una serie de gráficas que describen el comportamiento de las diversas magnitudes durante el movimiento de avance:





El tiempo que tarda el vástago del cilindro A en completar el movimiento de avance es de 17 segundos.

- Movimiento de retroceso del vástago del cilindro A:

La carrera de retroceso se realiza a una sola velocidad. Aunque el detector fotoeléctrico de barrera S no se desconecta hasta que el vástago pasa por el punto donde se encuentra colocado, la válvula de estrangulación (19) solo regula el caudal en la dirección de avance del vástago.

En este caso la expresión que relaciona el caudal con la velocidad también tiene en cuenta el diámetro del vástago junto al diámetro del pistón:

$$Q \text{ (l/min)} = 1,5 * \Pi * (D_{\text{cil}}^2 \text{ (cm)} - D_{\text{vást}}^2 \text{ (cm)}) * V_{\text{retroceso}} \text{ (m/s)}$$

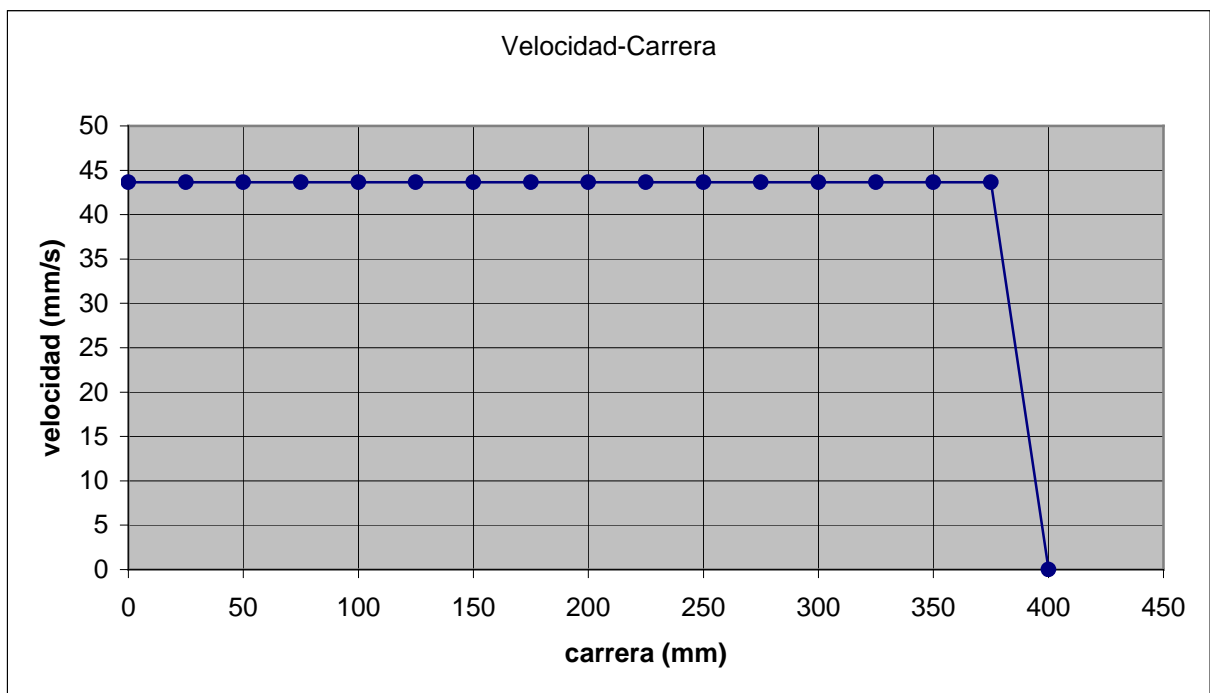
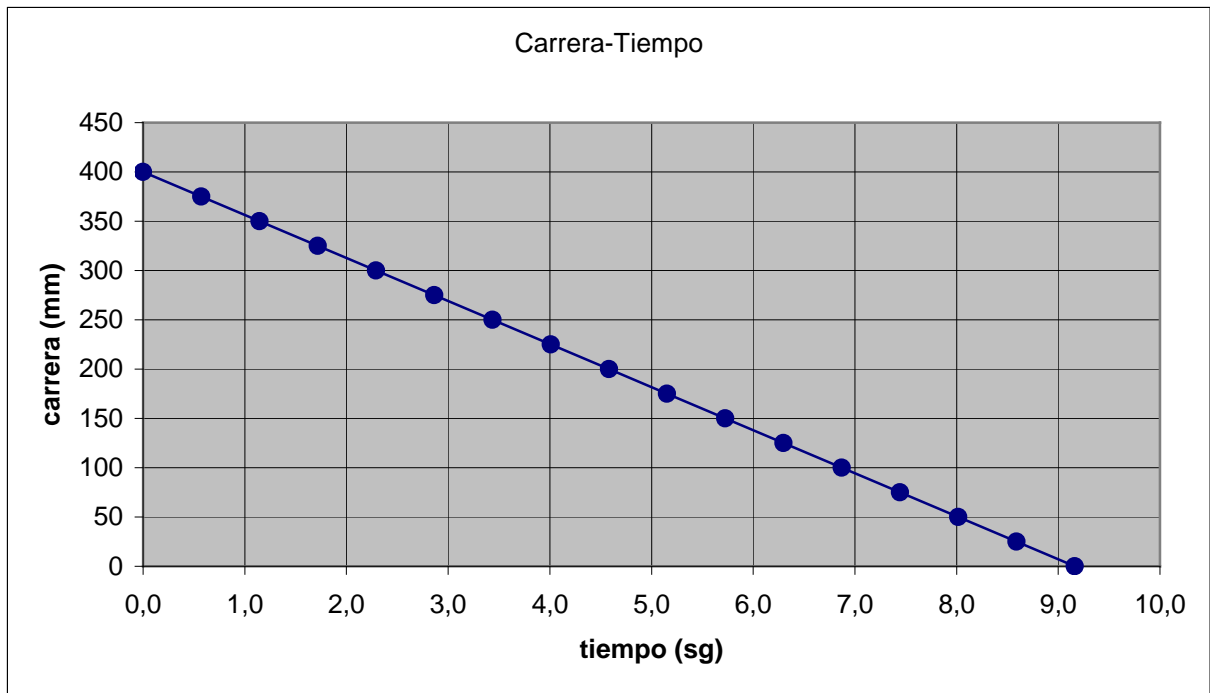
Se procede al cálculo de la velocidad de retroceso:

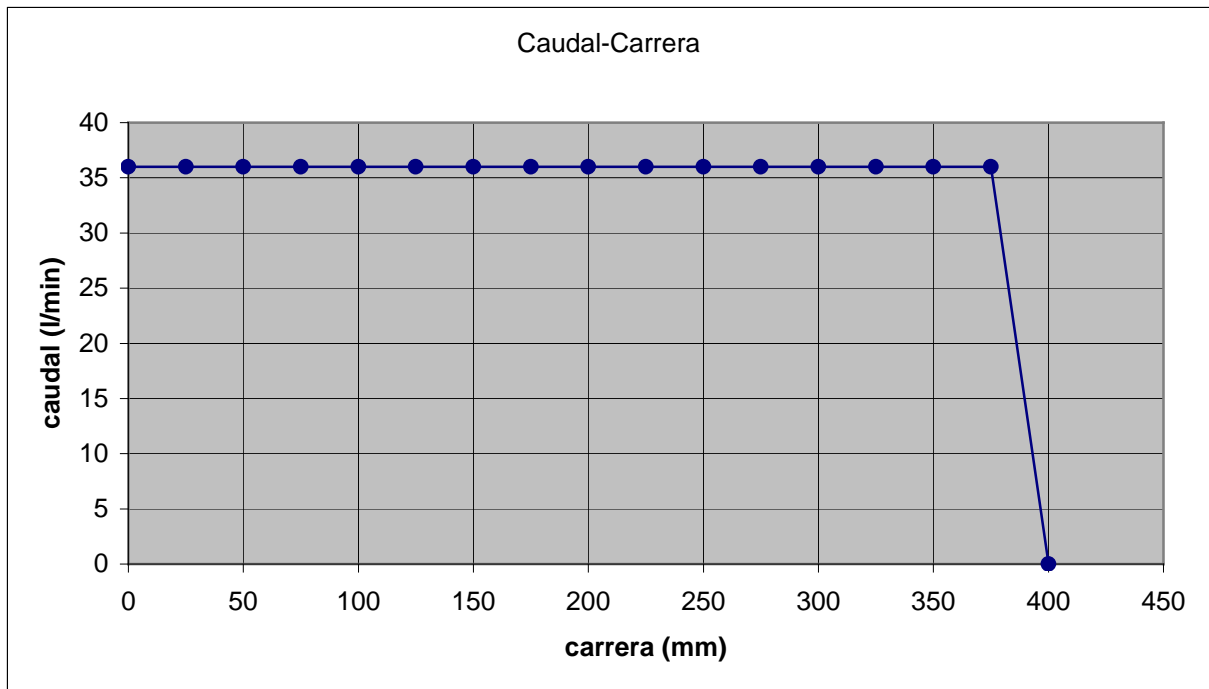
$$V_{\text{retroceso}} = \frac{36 \text{ (l/min)}}{1,5 * \Pi * (16^2 \text{ (cm}^2\text{)} - 9^2 \text{ (cm}^2\text{)})} = 0,044 \text{ (m/s)} = 44 \text{ (mm/s)}$$

Como en el caso anterior, la tabla que se presenta a continuación muestra la relación entre el caudal consumido, la velocidad de retroceso, la carrera y tiempo transcurrido durante el movimiento de retroceso del vástago:

Velocidad de retroceso (mm/s)	Caudal instantaneo (l/min)	Carrera (mm)	Tiempo (sg)
0	0	400	0,0
44	36	375	0,6
44	36	350	1,1
44	36	325	1,7
44	36	300	2,3
44	36	275	2,9
44	36	250	3,4
44	36	225	4,0
44	36	200	4,6
44	36	175	5,2
44	36	150	5,7
44	36	125	6,3
44	36	100	6,9
44	36	75	7,4
44	36	50	8,0
44	36	25	8,6
44	36	0	9,2

A partir de esta tabla también pueden obtenerse las mismas gráficas que en el caso anterior:





El tiempo que tarda el vástago en completar el movimiento de retroceso es de 9 segundos.

-Duración y consumo del ciclo de trabajo del cilindro A:

En total, el tiempo empleado para realiza un ciclo de trabajo con el cilindro A es de 26 segundos. Suponiendo que desde que el vástago finaliza el movimiento de avance hasta que inicia el movimiento de retroceso transcurren unos segundos debido al cambio de posición de la válvula de gobierno del cilindro, el tiempo total del ciclo de trabajo es de unos 30 segundos.

Para finalizar este apartado se calcula el caudal medio consumido en cada ciclo por el cilindro A mediante la expresión:

$$Q_{\text{medio}} = \frac{\Pi}{4} * (2 * D_{\text{cil}}^2 - D_{\text{vást}}^2) * c * f$$

Siendo $c \equiv$ carrera del cilindro y $f = \frac{\text{Nº de ciclos realizados}}{\text{tiempo ciclo}}$

$$Q_{\text{medio}} = \frac{\Pi}{4} * (2 * 16^2 - 9^2) * 40 * \frac{1}{26} = 520,78 \text{ cm}^3 / \text{s} = 31 \text{ l/min}$$

3.9.2) CILINDRO DE EXTRACCIÓN B:

Como en el caso anterior, se analiza en primer lugar el movimiento de avance del vástago del cilindro B y a continuación el movimiento de retroceso:

- Movimiento de avance del vástago del cilindro B:

Dada la diferencia que existe entre los diámetros de los dos cilindros es necesario colocar dos válvulas reguladoras de caudal unidireccionales, (20) y (21), con el objetivo de reducir la velocidad de desplazamiento del vástago. Esta reducción de velocidad ayuda a mejorar el trabajo de extracción de la pieza ya que permite al operario tener un mayor control del vástago y además protege al propio cilindro cuyas juntas no deben verse expuestas a una velocidad de desplazamiento del vástago superior a la que indica el fabricante.

La expresión que relaciona el caudal con la velocidad de desplazamiento en el movimiento de avance es:

$$Q \text{ (l/min)} = 1,5 * \Pi * D_{\text{cil}}^2 \text{ (cm)} * v_{\text{avance}} \text{ (m/s)}$$

Siendo $Q = 36 \text{ l/min} * 0,1 = 3,6 \text{ l/min}$ el caudal que alimenta al cilindro se procede al cálculo de las velocidades:

$$v_{\text{avance}} = \frac{3,6 \text{ (l/min)}}{1,5 * \Pi * 4^2 \text{ (cm}^2\text{)}} = 0,048 \text{ (m/s)} = 48 \text{ (mm/s)}$$

En caso que sea necesario recorrer toda la carrera del cilindro para extraer la pieza, el tiempo utilizado es:

$$t_{\text{avance}} = \frac{c \text{ (mm)}}{v_{\text{avance}} \text{ (mm/s)}} = \frac{200 \text{ mm}}{48 \text{ mm/s}} = 4,2 \text{ sg}$$

- Movimiento de retroceso del vástago del cilindro B:

A continuación, se realiza el mismo procedimiento para la carrera de retroceso:

$$Q \text{ (l/min)} = 1,5 * \Pi * (D_{\text{cil}}^2 \text{ (cm)} - D_{\text{vást}}^2 \text{ (cm)}) * v_{\text{retroceso}} \text{ (m/s)}$$

$$v_{\text{retroceso}} = \frac{3,6 \text{ (l/min)}}{1,5 * \Pi * (4^2 \text{ (cm}^2\text{)} - 2,8^2 \text{ (cm}^2\text{)})} = 0,094 \text{ (m/s)} = 94 \text{ (mm/s)}$$

$$t_{\text{retroceso}} = \frac{c \text{ (mm)}}{v_{\text{retroceso}} \text{ (mm/s)}} = \frac{200 \text{ mm}}{94 \text{ mm/s}} = 2,1 \text{ sg}$$

-Duración y consumo del ciclo de trabajo del cilindro B:

La duración del ciclo de trabajo del cilindro de extracción en caso que se necesite recorrer toda la carrera de avance para extraer la pieza estampada es:

$$t_{\text{total}} = t_{\text{avance}} + t_{\text{retroceso}} = 4,2 + 2,1 = 6,3 \text{ sg}$$

Como en el caso del cilindro A se calcula el caudal medio consumido en cada ciclo por el cilindro B mediante la expresión:

$$Q_{\text{medio}} = \frac{\Pi}{4} * (2 * D_{\text{cil}}^2 - D_{\text{vást}}^2) * c * f$$

Siendo $c \equiv$ carrera del cilindro y $f = \frac{\text{Nº de ciclos realizados}}{\text{tiempo ciclo}}$

$$Q_{\text{medio}} = \frac{\Pi}{4} * (2 * 4^2 - 2,8^2) * 20 * \frac{1}{6,3} = 60,24 \text{ cm}^3 / \text{s} = 3,6 \text{ l/min}$$

Como el caudal proporcionado al cilindro permanece constante, el caudal instantáneo y el caudal medio poseen el mismo valor.

3.10) CÁLCULO DEL TIEMPO DE FABRICACIÓN DE UNA PIEZA:

Con los datos obtenidos en los apartados anteriores se puede realizar una estimación del tiempo de fabricación de una pieza estampada:

$$t_{\text{pieza}} = t_{\text{estampacion}} + t_{\text{extraccion}} = 30 + 6 = 36 \text{ sg}$$

Si se estima en unos 4 segundos el tiempo que tarda el operario en retirar la pieza de la prensa y depositarla en el lugar destinado para el almacén de piezas estampadas, el tiempo total de elaboración de una pieza es de unos 40 segundos.

4. Pieza estampada en la prensa.

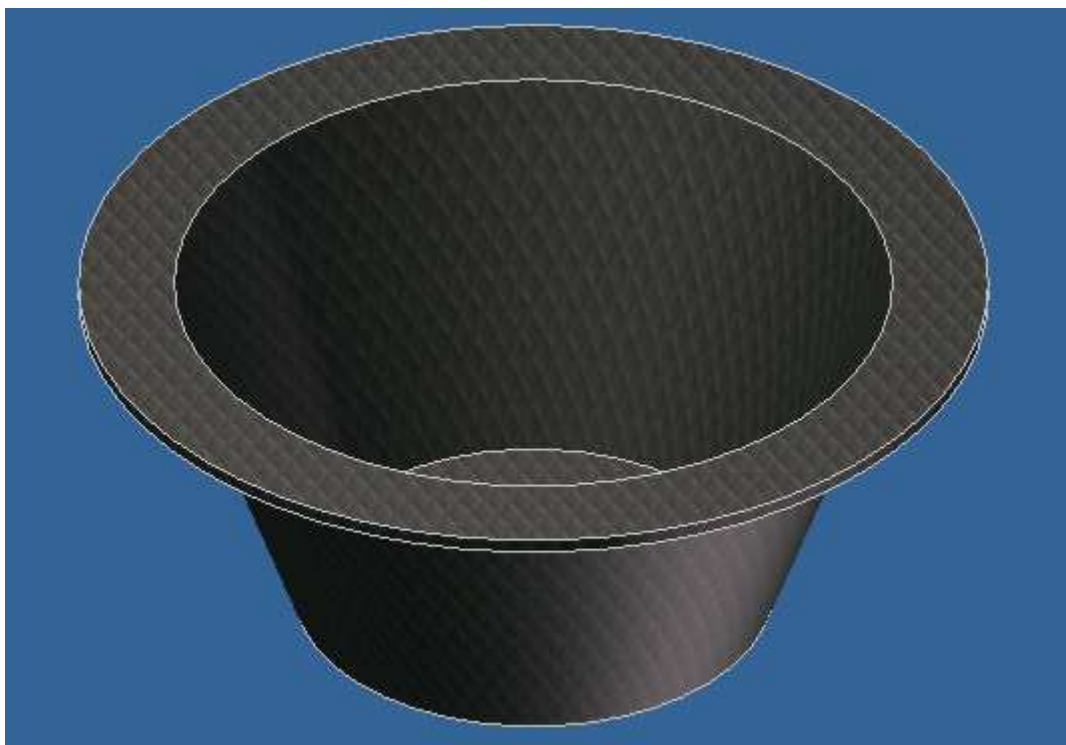
4.1) INTRODUCCIÓN:

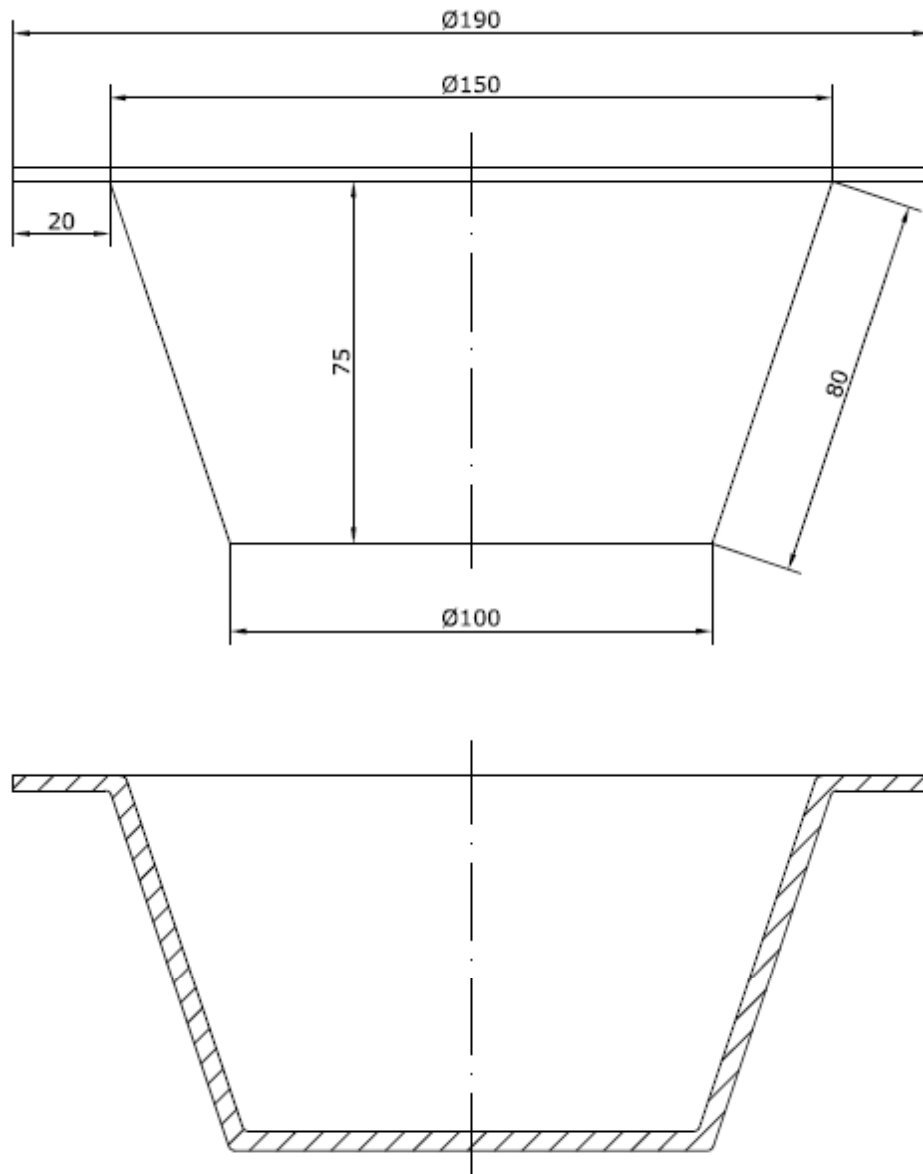
En este capítulo se realiza una descripción de la pieza obtenida en el proceso de estampación. Además, se lleva a cabo el desarrollo geométrico de la pieza para obtener las dimensiones de la chapa de partida.

4.2) DESCRIPCIÓN DE LA PIEZA OBTENIDA EN LA PRENSA:

La pieza que se obtiene en el proceso de estampado posee una forma troncocónica. El espesor de la pieza ya fabricada depende del grosor de la chapa inicial siendo menor que este debido a la deformación que se produce en el proceso. Se recomienda no utilizar chapas de menos de 0,5 mm de grosor ya que pueden producirse desgarros durante el proceso de estampado. Cuanto mayor sea el grosor de la chapa y su resistencia a la fluencia, mayor es el esfuerzo que debe realizar la prensa para lograr la pieza estampada.

En las siguientes imágenes se puede observar el aspecto de la pieza al realizar un modelado 3D y sus dimensiones geométricas:





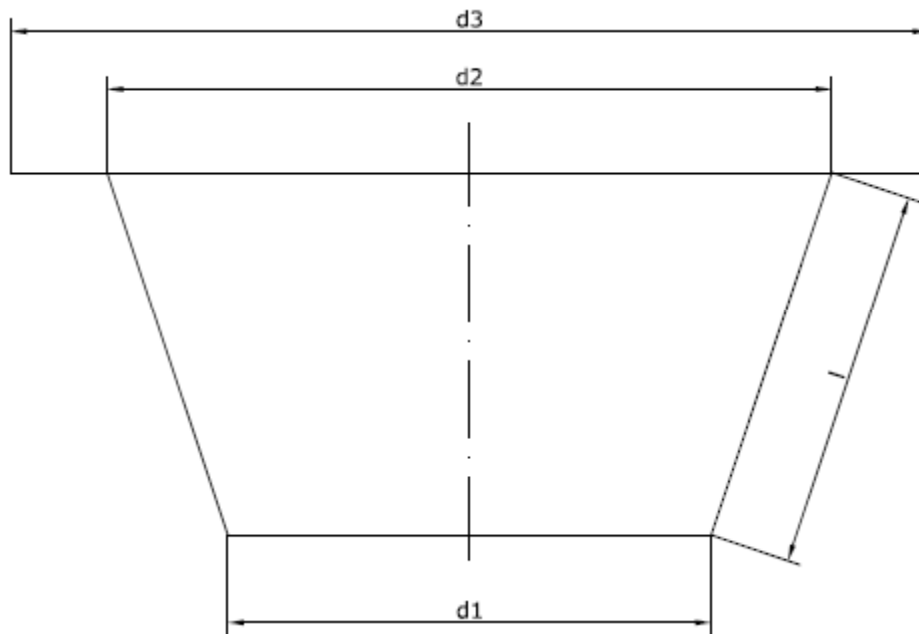
Se trata de una pieza sencilla desde el punto de vista geométrico que puede ser utilizada para múltiples funciones.

4.3) DESARROLLO GEOMÉTRICO DE LA PIEZA ESTAMPADA:

El desarrollo geométrico de la pieza permite conocer las dimensiones mínimas que debe tener la chapa inicial para obtener la pieza deseada. En este caso, el desarrollo geométrico de la pieza da lugar a un disco de chapa cuyo diámetro puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$D = \sqrt{d_1^2 + 2 * l * (d_1 + d_2) + d_3^2 - d_2^2}$$

En este caso, cada factor de la expresión se refiere a la siguiente medida geométrica:



Siendo:

$$d_1 = 100 \text{ mm}$$

$$d_2 = 150 \text{ mm}$$

$$d_3 = 190 \text{ mm}$$

$$l = 80 \text{ mm}$$

Así, el diámetro mínimo del disco de chapa inicial deberá ser de:

$$D = \sqrt{100^2 + 2 \cdot 80 \cdot (100 + 150) + 190^2 - 150^2} = 252 \text{ mm}$$

$$D \geq 252 \text{ mm}$$

Si bien para obtener la pieza final deseada es necesario partir de una chapa en forma de disco también se podría partir de una chapa en forma cuadrada cuyo lado sea mayor de 252 mm. En este caso sería necesario el uso de herramientas o máquinas de corte tras el proceso de estampación para conseguir que la pieza quedase perfectamente acabada.

5. Normativa Europea.

5.1) INTRODUCCIÓN:

En el siguiente capítulo se aborda la Normativa Europea que rige el sector de las máquinas industriales. Para ello, se realiza un resumen del contenido de la Directiva 98/37/CE resaltando aquellos pasajes de mayor importancia. Aunque el presente proyecto sea el estudio técnico previo a la elaboración del proyecto definitivo es necesario conocer cuales es la normativa legal vigente con la que debe convivir la máquina.

5.2) DIRECTIVA EUROPEA 98/37/CE:

La directiva 98/37/CE se refiere a las máquinas y a los componentes de seguridad de las mismas, comercializados por separado. Esta directiva determina los objetivos o “requisitos esenciales” de seguridad e higiene que debe cumplir la fabricación y comercialización de las máquinas y los componentes de seguridad.

Los organismos europeos elaborarán normas europeas armonizadas con arreglo a los requisitos esenciales de normalización. Dichas normas, de carácter no obligatorio, se publicarán en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas y se transponen en normas nacionales de contenido idéntico.

Toda máquina o componente de seguridad fabricados de conformidad con las normas armonizadas se considerarán conformes a los requisitos esenciales. La conformidad de las máquinas y los componentes de seguridad a los requisitos esenciales se determinará por medio de procedimientos de evaluación cuyos módulos se describen en estas Directivas.

Los estados miembros no podrán prohibir, limitar o dificultar la comercialización y puesta en servicio en sus territorios de las máquinas y componentes de seguridad conformes a estas Directivas. Las máquinas deberán ir provistas, antes de su comercialización, de la marca “CE” de conformidad, de la cual se habla más adelante.

En la Unión Europea cualquier producto puede circular libremente por toda su geografía. En el caso de las máquinas deben cumplir con unos requisitos mínimos de seguridad. A través de la declaración de conformidad, el fabricante declara que la máquina comercializada cumple con los requisitos de seguridad y salud correspondientes y su firma autoriza la colocación de la etiqueta CE en la máquina.

El fabricante debe garantizar y asegurarse que la siguiente documentación, estará y permanecerá disponible en los locales para un posible control eventual.

Un expediente técnico de construcción debe estar constituido por:

- El plano de conjunto de la máquina y los planos de los circuitos de mando.
- Los planos detallados y completos, acompañados eventualmente de cálculo, resultados de pruebas, etc., que permitan comprobar que cumple los requisitos esenciales de seguridad y de salud.
- La lista de los requisitos esenciales de anexo I de la Directiva del Consejo 89/392/CEE sobre máquinas de las normas y de las restantes especificaciones técnicas utilizadas para el diseño de la máquina.
- La descripción de las soluciones adoptadas para prevenir los peligros presentados por la máquina.
- Si se desea, cualquier informe técnico o cualquier certificado obtenido de un organismo o laboratorio competente.
- Si se declara la conformidad a una norma armonizada que lo prevea, cualquier informe técnico que dé los resultados de los ensayos efectuados a su elección, bien por él mismo, bien por un organismo o laboratorio competente.
- Un ejemplar del manual de instrucciones de la máquina.

6. Bibliografía del proyecto.

6.1) BIBLIOGRAFÍA DEL PROYECTO:

A continuación, se presenta la bibliografía consultada para la elaboración del presente proyecto:

- Libros:

- *Oleohidráulica* / Antonio Serrano Nicolás / McGraw-Hill, D. L. 2002.
- *Calculo y construcción de máquinas* / Antonio Serrano Nicolás / Universidad de Zaragoza, D. L. 2005.
- *Tecnología mecánica y metrotecnica* / José M. Lasheras Esteban / Donostiarra, D. L. 1987.
- *Manufactura, ingeniería y tecnología.* / Serope Kalpakjian y Steven R. Schmid / Prentice hall Mexico, 2002.

- Catálogos:

- *Catálogo Cilindros GLUAL.*
- *Bombas Oleohidráulicas Bezares S. A.*
- *Bombas Oleohidráulicas Roquet.*
- *Centrales Oleohidráulicas HAWE HYDRAULIK.*
- *Componentes Oleohidráulicos DICS A.*

- Software informático:

- *AutoCAD 2007*
- *Autodesk Inventor Profesional.*
- *Festo FluidSim Hydraulic.*

7. Firma y fecha del autor.

7.1) FIRMA Y FECHA DEL AUTOR:

En Zaragoza a día 15 de mayo de 2012,

Ingeniero Técnico Industrial, Alberto Torné Pellicer

